

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR
CAMPUS FRANCISCO GONÇALVES QUILES - CACOAL
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção

Alexandre Tavares Machado

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE
PEIXES NO MUNICÍPIO DE ROLIM DE MOURA - RONDÔNIA**

Cacoal
2015

Alexandre Tavares Machado

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE
PEIXES NO MUNICÍPIO DE ROLIM DE MOURA - RONDÔNIA**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de Rondônia -
UNIR, como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Esp. Nicolás Alessandro de Souza
Belete

Cacoal
2015

Machado, Alexandre Tavares.

M149s Sustentabilidade ambiental de um sistema de produção de peixes no município de Rolim de Moura - Rondônia/
Alexandre Tavares Machado – Cacoal/RO: UNIR, 2015.
78 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).
Universidade Federal de Rondônia – Campus de Cacoal.

Orientador: Prof. Esp. Nicolas Alessandro de Souza Belete.

1. Engenharia de produção. 2. Impacto ambiental . 3.
Piscicultura. 4. Desenvolvimento sustentável. I. Belete, Nicolas
Alessandro de Souza. II. Universidade Federal de Rondônia –
UNIR. III. Título.

CDU – 658.5:504.064

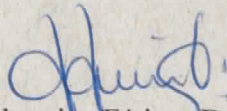
ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 07 (sete) dias do mês de julho de dois mil e quinze, reuniu-se na sala 01 do bloco P do curso de Engenharia de Produção da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, a banca constituída pelos professores: Prof. Esp. Nicolas Alessandro de Souza Belete, Profa. Dra. Eleonice Fátima Dal Magro e a Profa. Especialista Tatiane Aparecida de Lazari, para examinar o TCC do acadêmico **Alexandre Tavares Machado** na prova de defesa da sua monografia de conclusão de curso intitulada: **Sustentabilidade Ambiental de um sistema de produção de peixes no município de Rolim de Moura/RO**. O presidente da comissão iniciou os trabalhos às 14:51, solicitando ao acadêmico que apresenta-se os principais aspectos do seu trabalho. Concluída a exposição, os avaliadores arguíram alternadamente o candidato sobre os diversos aspectos do trabalho. Após a arguição, a comissão reuniu-se para avaliar o desempenho do acadêmico, que obteve a nota final 95 (noventa e cinco). A ata segue assinada pelos membros da banca.

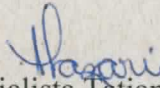
Cacoal, RO, 07 de julho de 2015



Prof. Esp. Nicolas Alessandro de Souza Belete
Presidente



Profa. Dra. Eleonice Fátima Dal Magro
1º Membro



Profa. Especialista Tatiane Aparecida de Lazari
2º Membro

*A minha mãe (Neusa Tavares) e minha irmã
(Paula Alexandra Tavares Machado), pelo
incentivo, apoio, amor e carinho.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo.

À minha família, por todo o carinho e motivação.

À Universidade Federal de Rondônia - UNIR, pela oportunidade de estudo e poder cursar um nível superior.

Ao meu orientador, Prof. Esp. Nicolas Alessandro de Souza Belete, pela orientação, confiança e apoio nas dificuldades.

Ao Prof. Rosalvo Stachiw, pela disponibilização dos equipamentos para realização das análises *in loco*, bem como a disponibilização do laboratório de Águas da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) – *Campus* de Rolim de Moura para a realização das análises laboratoriais.

À Renata Franciely Alves da Silva, bolsista do programa PIBIC, por realizar as análises laboratoriais.

Ao piscicultor, pela liberação da sua propriedade para a realização do presente trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Eleonice de Fátima Dal Magro e Profa. Esp. Tatiane Aparecida de Lazari, por aceitarem o convite e por todas as valiosíssimas contribuições para este trabalho.

Finalmente, a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho, recebam os meus mais sinceros agradecimentos!

“Seja conduzido pelos seus sonhos e não empurrado pelos seus problemas.”
- Marcio Kühne.

RESUMO

As atividades dos sistemas de produção de peixes podem provocar impactos ambientais, principalmente pelo aporte de efluentes não tratados ao meio ambiente. Sendo assim, se torna necessária a caracterização da qualidade da água e dos efluentes que são destinados aos corpos d'água naturais, principalmente nos empreendimentos que não dispõe de tratamento dos seus efluentes. Por motivos como estes, o presente estudo buscou avaliar a sustentabilidade frente à qualidade da água de um sistema de produção de peixes no município de Rolim de Moura – Rondônia. Foram realizadas coletas de amostras da água presente no abastecimento, sistema de produção e ponto de descarga dos efluentes, essas amostras foram obtidas nos meses de março de 2015 e abril de 2015, no início das atividades do empreendimento. Abrangendo 4 pontos amostrais, onde foram analisados parâmetros físico-químicos: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), condutividade, turbidez, nitrito, nitrato, dureza e transparência. Os parâmetros temperatura e OD foram obtidos *in situ* por meio de equipamento portátil. Na sequência, os resultados obtidos foram comparados com a legislação ambiental brasileira, a CONAMA 357/2005 que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e também a CONAMA 430/2011, para os parâmetros que não estão presentes na legislação, a comparação foi feita pelo exposto por autores específicos da área. Com os resultados obtidos, foi possível observar que não ocorreram diferenças negativas significativas entre a água de abastecimento e os efluentes dos viveiros, deste modo os efluentes do sistema de produção de peixes são adequados à legislação para serem lançados ao corpo receptor. No entanto, observa-se a necessidade de incorporação de boas práticas de manejo, bem como implantação de tratamento de efluentes buscando minimizar possíveis impactos ambientais negativos em decorrência do avanço nas fases de criação do sistema que necessitam de maior aporte de insumos.

Palavras-chave: Sistema de produção de peixes. Qualidade da água. Efluentes. Impacto ambiental. Legislação.

ABSTRACT

The activities of fish farming systems can cause environmental damage, particularly at effluent untreated contribution to the environment. Therefore, it becomes necessary to characterize water quality and effluents that are intended for natural water bodies, especially in projects that it has no treatment of their wastewater. For reasons like these, this study sought to evaluate the sustainability front the water quality of a fish production system in the municipality of Rolim de Moura - Rondonia. Collections of water present in the supply of samples were carried out, production system and point of discharge of effluent, these samples were obtained in March 2015 and April 2015, at the beginning of the activities of the enterprise. Covering 4 sample points, which analyzed physical and chemical parameters: temperature, hydrogen potential (pH), dissolved oxygen (OD), conductivity, turbidity, nitrite, nitrate, hardness and transparency. The parameters temperature and OD were obtained in situ by means of portable equipment. Following the results were compared with the Brazilian environmental legislation, CONAMA 357/2005 laying down the conditions and effluent discharge standards, as well as CONAMA 430/2011, for parameters that are not present in the legislation, the comparison It was taken by exposed by specific authors in the area. With the results, it was observed that there were no significant negative differences between the water supply and effluent ponds, so the effluent from fish production system are suitable legislation to be thrown into the receiving water body. However, there is a need to incorporate best management practices as well as wastewater treatment implementation seeking to minimize possible negative environmental impacts due to the advance in the stages of the establishment of needing higher amount of inputs.

Keywords: Fish production system. Water quality. Effluents. Environmental impact. Legislation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Escopo e sugestão de indicadores de sustentabilidade de modo geral	33
FIGURA 2 - Bacias Hidrográficas de Rondônia	36
FIGURA 3 - Espécie Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i> , Cuvier 1829)	37
FIGURA 4 - Valores da Temperatura.....	43
FIGURA 5 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da Temperatura.....	44
FIGURA 6 - Valores de Turbidez	46
FIGURA 7 - Box-plot com os valores mínimo, máximo e médios da Turbidez	47
FIGURA 8 - Desenvolvimento dos peixes em função do valor de pH.....	48
FIGURA 9 - Valores do pH	49
FIGURA 10 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do pH.....	50
FIGURA 11 - Valores de Oxigênio Dissolvido	52
FIGURA 12 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do OD.....	53
FIGURA 13 - Valores da Condutividade.....	55
FIGURA 14 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da CE.....	55
FIGURA 15 – Valores do Nitrito	58
FIGURA 16 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do Nitrito	58
FIGURA 17 - Valores do Nitrato	60
FIGURA 18 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do Nitrato	60
FIGURA 19 - Valores de Dureza da água	63
FIGURA 20 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da Dureza	64
FIGURA 21 - Ilustração do disco de Secchi	65
FIGURA 22 - Procedimento de observação da transparência de Secchi	66
FIGURA 23 - Medidas de Transparência	66
FIGURA 24 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da Transparência.....	67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Recomendações de povoamento e densidade em viveiros.....	37
TABELA 2	Datas das coletas.....	39
TABELA 3	Parâmetros analisados e métodos	39
TABELA 4	Valores médios e desvios padrão das variáveis limnológicas analisadas	42
TABELA 5	Classificação das águas quanto ao grau de dureza	63
TABELA 6	Esquema para avaliação das leituras do disco de Secchi	67
TABELA 7	Compilado dos resultados	68

LISTA DE ABREVIATURAS

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CE – Condutividade Elétrica

cm - Centímetro

kg - Quilograma

km - Quilometro

m - Metro

m² - Metro quadrado

m³ - Metro cúbico

mg - Miligrama

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura

N - Nitrogênio

P - Fósforo

OD - Oxigênio Dissolvido

pH - Potencial Hidrogeniônico

μS - Micro Siemens

L - Litro

°C - Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa	14
1.2 Objetivos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Panorama da piscicultura.....	16
2.1.1 <i>Sistemas de produção de peixes</i>	18
2.2 Piscicultura, meio ambiente e sustentabilidade	23
2.2.1 <i>Impactos ambientais da piscicultura</i>	24
2.2.2 <i>Desafios e legislação pertinente</i>	27
2.3 Qualidade da água	31
2.4 Indicadores de sustentabilidade	31
3 MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1 Método de pesquisa adotado.....	34
3.2 Caracterização da área de estudo.....	35
3.2.1 <i>Caracterização da piscicultura</i>	35
3.2.2 <i>Espécie cultivada</i>	36
3.2.3 <i>Manejo alimentar</i>	38
3.3 COLETA DE DADOS.....	38
3.3.1 <i>Coletas das amostras</i>	38
3.3.2 <i>Análises realizadas</i>	39
3.3.3 <i>Tratamento estatístico</i>	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1 Parâmetros de qualidade da água	41
4.1.1 <i>Temperatura</i>	42
4.1.2 <i>Turbidez</i>	45
4.1.3 <i>pH</i>	48
4.1.4 <i>Oxigênio Dissolvido</i>	51
4.1.5 <i>Condutividade Elétrica</i>	54
4.1.6 <i>Formas de Nitrogênio</i>	56
4.1.7 <i>Dureza</i>	62
4.1.8 <i>Transparência</i>	64
4.1.9 <i>Compilado dos resultados</i>	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

Devido principalmente ao aumento exponencial demográfico e a redução da pesca extrativista, novas alternativas devem ser encontradas para suprir a demanda de proteína animal por parte do ser humano no século XXI (SOARES, 2003). Assim, a aquicultura se apresenta como o segmento de produção alimentícia de maior crescimento do mundo, tornando-se uma importante alternativa na produção de pescado, tanto na área continental como marinha (SANTOS, 2009, p. 20).

A aquicultura trata-se da produção de organismos com hábitat predominantemente aquático em cativeiro, em qualquer um de seus estágios de desenvolvimento, dispondo de recursos naturais, manufaturados e humanos (VALENTI, 2002). No Brasil, a aquicultura continental é praticada em todos os estados, abrangendo principalmente a criação de peixes (piscicultura), criação de camarões (carcinicultura), criação de moluscos (malacocultura), criação de rãs (ranicultura) e a criação de algas (algicultura) (OSTRENSKY; BORGHETTI; SOTO, 2008). No entanto, entre as atividades aquícolas continentais a que mais apresenta destaque é criação de peixes (MPA, 2012).

O Brasil tem condições para se transformar num dos maiores produtores de pescado do mundo (SIDONIO *et al.*, 2012). O que se baseia principalmente no fato de que o país reúne uma série de condições favoráveis à expansão da piscicultura, pois possui grande potencial hídrico proveniente das bacias hidrográficas, potencial de mercado interno e externo; clima favorável, disponibilidade de áreas que favorecem a atividade, e por ser um país essencialmente agrícola apresenta grande disponibilidade de produtos e subprodutos que podem ser utilizados na fabricação de rações a baixo custo (CAMARGO; POUEY, 2005).

A criação de peixes apresenta grande potencial frente a outras atividades devido a algumas características favoráveis, como: médios impactos ambientais, transformação de resíduos e subprodutos agrícolas em proteína animal de excelente qualidade e a possibilidade de aproveitamento de áreas improdutivas com pequenas dimensões e baixo rendimento para fins agropecuários. Quando comparada a atividades agropecuárias tradicionais como a avicultura, suinocultura, bovinocultura de corte e leite, a piscicultura tem a seu favor uma maior lucratividade, menor tempo de retorno de capital investido e menores impactos sobre o meio ambiente (KUBITZA, 1998; OSTRENSKY; BORGHETTI, 1998; OSTRENSKY; BORGHETTI; SOTO, 2008).

Frente a esse cenário promissor, a significativa expansão das atividades aquícolas as colocam diante de questões relacionadas à sustentabilidade ambiental dos sistemas de

produção, dado que um dos fatores fundamentais na produção de peixes é a utilização direta de recursos hídricos (ROTTA; QUEIROZ, 2003), o que pode afetar a qualidade e quantidade da água num futuro próximo (TIAGO; GIANESELLA, 2003). Nesse contexto, a atividade vem sendo tratada por setores governamentais e não governamentais como impactante ao meio ambiente, visto que é geradora de uma série de efluentes e resíduos com características que, se não forem devidamente gerenciados podem comprometer a qualidade do meio ambiente natural (LIMA, 2010).

Vale ressaltar que as atividades aquícolas dependem fundamentalmente dos ecossistemas nos quais estão inseridas, e que é impossível produzir sem provocar alguma alteração ambiental. No entanto, para que a atividade se estabeleça é necessário que algumas condições ambientais sejam respeitadas, para que essas alterações sejam reduzidas a um mínimo desejável (VALENTI, 2002; 2008).

Como atividade zootécnica, a piscicultura utiliza grandes quantidades de água durante o seu processo produtivo, e na maioria das vezes as descargas acontecem diretamente nos corpos hídricos sem tratamento, a baixa qualidade dos seus efluentes são tidos como um dos principais problemas ambientais nos ecossistemas aquáticos, e tem criado grande preocupação com o grau de poluição e contaminação que apresentam (ROTTA; QUEIROZ, 2003; LIMA, 2010).

1.1 Justificativa

No atual estágio em que estão inseridas as atividades de produção de peixes, nota-se que paralelo à sua intensificação e desenvolvimento, aumenta a necessidade de monitoramento dos recursos hídricos, buscando melhorias na relação dos processos produtivos com o meio ambiente (SAMPAIO *et al.*, 2013).

Sendo assim, se faz necessária a realização de estudos para obter informações das condições existentes nos sistemas, tanto em relação aos reflexos nos ambientes aquáticos, como pelos efluentes gerados por essa atividade, até pela necessidade de manutenção de condições adequadas para uma boa produtividade desses sistemas ao longo do tempo de operação (LOUREIRO *et al.*, 2011).

Dessa forma, este trabalho trata dos potenciais impactos provocados por um sistema de produção de peixes, buscando verificar a influência do mesmo em alterações na qualidade da água e comparar as análises realizadas com o estabelecido pela legislação vigente, a fim de avaliar a sustentabilidade ambiental do sistema de produção.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral de avaliar a sustentabilidade de um sistema de produção de peixes, em uma propriedade no município de Rolim de Moura – RO, com base na qualidade da água de cultivo e efluentes produzidos pelo mesmo, confrontando os dados obtidos com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. Portanto a presente pesquisa consiste em analisar a atual situação da sustentabilidade do sistema de criação de peixes, por meio de um estudo de caso, sob a ótica ambiental da atividade. E apresenta os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar uma revisão bibliográfica sobre sistema de produção de peixes e impactos ambientais decorrentes;
- b) Caracterizar e classificar o sistema de produção de peixes da propriedade analisada, seguindo as recomendações de autores específicos;
- c) Analisar algumas características físicas e químicas de qualidade da água do sistema de produção objeto do estudo, por meio de determinações de temperatura, turbidez, pH, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, dureza e transparência;
- d) Comparar as variáveis analisadas da água e do efluente com os padrões estabelecidos pela legislação vigente (Resolução CONAMA nº 357/2005 e Resolução nº 430/2011), utilizando como referência os valores para água doce de classe 2;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico a seguir busca tratar do cenário atual da produção de peixes, suas implicações sobre a qualidade do ambiente natural, a sustentabilidade ambiental, desafios para seu desenvolvimento e legislação referente à atividade.

2.1 Panorama da piscicultura

A piscicultura é uma modalidade da aquicultura, que significa a criação de peixes em ambientes controlados (OSTRENSKY; BORGHETTI; SOTTO, 2008), dispondo de recursos naturais, manufaturados e humanos (VALENTI, 2002). A prática da piscicultura é milenar, existem relatos dessa atividade a aproximadamente 4 mil anos, com o monocultivo de carpa na china (CAMARGO; POUEY, 2005).

A aquicultura é o segmento de produção alimentícia de maior crescimento mundial, tornando-se importante alternativa para a produção de pescado, tanto continental como marinha, a produção aquícola mundial apresenta uma taxa de crescimento média anual de 6,9% (SANTOS, 2009). E estima-se que em breve supere a pesca de captura como fonte de pescado, visto que essa já atingiu o limite sustentável (CAMARGO; POUEY, 2005).

As atividades aquícolas já ofertam mais de 50% do pescado destinado ao consumo humano, com tendência de crescer essa participação, visto que **a produção pesqueira está no limite sustentável**, e que os produtos aquícolas estão cada vez mais substituindo os da pesca (KUBITZA; ONO; CAMPOS, 2011) [grifos nossos].

Segundo Ostrensky, Borghetti e Soto (2008) no Brasil aquicultura continental é praticada em todos os estados brasileiros, abrangendo principalmente as seguintes atividades: piscicultura, carcinicultura de água doce, ranicultura e malacocultura. A produção aquícola nacional que durante o triênio 2008-2010 obteve um incremento de 31,2%, seguindo o padrão dos anos anteriores, onde a maior parcela é oriunda da aquicultura continental, sendo que, a que apresenta maior destaque é a piscicultura continental, contribuindo com 82,3% da produção total brasileira em 2010 (MPA, 2012), com crescimento no ano seguinte, onde passou a representar 86,6% da produção total nacional em 2011 (MPA, 2013). A piscicultura nacional é a segunda em produção sul-americana, ficando a sua frente apenas o Chile (SCORVO FILHO *et al.*, 2010).

A piscicultura de água doce tem apresentado aumento progressivo em quase todo território nacional (MPA, 2013). Porém os primeiros passos da piscicultura no Brasil não foram

dados nos moldes comerciais, principalmente no período de ocupação holandesa no século XVII, passando a ganhar força e apresentar significativo desenvolvimento a partir da década de 1970 (OSTRENSKY; BORGHETTI; SOTO, 2008).

Macedo e Sipaúba-Tavares (2010) relatam que esse crescimento efetivo se deu por conta do declínio da pesca extrativista e de simultâneo aumento da demanda de pescado, além de incentivos do governo estimulando a criação de organismos aquáticos.

A piscicultura brasileira ainda é desenvolvida principalmente por pequenos produtores rurais que a encaram como uma forma de complementação da renda, raramente a criação de peixes atua como a principal atividade econômica dessas propriedades (OSTRENSKY; BOEGER, 1998). Sendo praticada predominantemente em sistemas semi-intensivos em viveiros escavados caracterizados por pouca renovação de água, baixas e médias taxas de estocagem e utilização de rações juntamente com alimento natural do viveiro (CANTELMO, 2002).

Dados do MPA (2012) apontam que o crescimento populacional, a preocupação com alimentação saudável, o aumento do poder de compra e as mudanças nos padrões de consumo da população, são fatores que aliados contribuem para a demanda de produtos de qualidade. Diante disso os peixes ganham destaque, pois se apresentam como alimento de rápida digestibilidade, fonte de proteína de alta qualidade, vitaminas (A e D) que geralmente não são encontradas em alimentos básicos, ácidos graxos necessários para o desenvolvimento humano e baixo valor calórico (SANTOS, 2006).

A piscicultura vem crescendo a um ritmo de aproximadamente 30% ano no Brasil, índice maior que do que o obtido pela grande maioria das atividades rurais tradicionais, como pecuária e agricultura. Apresenta uma lucratividade muito boa, proporcionando rápido retorno do capital investido pelo produtor (OSTRENSKY; BOEGER, 1998).

Na região amazônica a piscicultura ainda é incipiente em comparação a outras regiões do Brasil, porém vem ganhando proporções que necessitam atenção especial em relação às práticas de manejo utilizadas (PAGGI, 2006).

Na região amazônica graças a abundância de peixes, a atividade de piscicultura foi vista por muitos e por muito tempo como desnecessária (ROUBACH *et al.*, 2003). Tendo início nos anos 80, desde então a atividade tem crescido e se expandido em todos os estados da região norte (ONO, 2005; ROUBACH *et al.*, 2003). Fatores como a tendência da estagnação da pesca extrativista e a redução dos estoques naturais pesqueiros das principais espécies comerciais (Tambaqui – *Colossoma macropomum* e Pirarucu - *Arapaima gigas*), aumento da distância e tempo de transporte, sazonalidade de entrega, baixa qualidade e imprevisibilidade da captura

fazem com que a pesca perca espaço para criação em cativeiro para atender a demanda de peixes no mercado (ONO, 2005).

No estado de Rondônia, a piscicultura vem passando por um crescimento rápido, porém desordenado. Entretanto, apresenta um grande potencial para o desenvolvimento sustentável, devido às condições ambientais, demanda local e regional pelo pescado e a condição estratégica para escoamento da produção (SOUZA FILHO; OLIVEIRA; FERREIRA, 2007). Dados do MPA (2013b) mostram que nos últimos dois anos o estado apresentou um crescimento mais de 300% da piscicultura, se destacando entre as três atividades de maior importância do agronegócio rondoniense, mobilizando cerca de 2.600 produtores.

Em Rondônia cerca de 90% da produção é da espécie Tambaqui, nativa da Amazônia e com carne apreciada em toda região norte, cerca de 80% da produção estadual é destinada ao estado amazonense, principalmente para a capital Manaus (MPA, 2013b). Os produtores do estado estão se mobilizando para criação e exportação da espécie Pirarucu (*Arapaima gigas*), maior peixe de escamas de água doce do mundo, Rondônia é o único estado do Brasil que tem autorização para exportação desta espécie, cujo cultivo foi regulamentado por uma normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) no ano de 2011 (MPA, 2013b).

A piscicultura pode representar uma alavanca de desenvolvimento econômico e social, possibilitando o aproveitamento efetivo de recursos naturais e geração de empregos e renda, sendo assim necessita de planejamento para gerar bons resultados (CASTELLANI; BARRELLA, 2005). Por ser uma antrópica que utiliza recursos naturais, ela interfere no equilíbrio dos ecossistemas e pode causar desequilíbrios ambientais quando realizada de maneira inadequada, portanto, conhecer os aspectos da piscicultura é importante pois se trata de uma atividade em expansão, que além de ser geradora de renda também gera impactos ambientais (APOLLO; NISHIJIMA, 2011).

2.1.1 Sistemas de produção de peixes

Um sistema de produção agropecuário é composto por um conjunto de sistemas de criação e/ou cultivo no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir de alguns fatores de produção (terra, água, capital e mão-de-obra) que são interligados por um processo de gestão. Esses sistemas de produção são classificados considerando a complexidade que apresentam e o grau de interação entre os sistemas de criação e/ou sistemas de cultivo que fazem parte de tais sistemas (HIRAKURI *et al.*, 2012).

Segundo Hirakuri e outros (2012), no cenário agropecuário os sistemas de produção diferenciam-se entre sistemas de cultivo que se referem às práticas comuns de manejo associadas a uma determinada espécie vegetal, e os sistemas de criação que são relacionados à produção animal.

De acordo com Crepaldi entre outros (2006) a criação de peixes é considerada uma atividade zootécnica, portanto seu desenvolvimento deve ocorrer sob um caráter empresarial, passando a ser executada de maneira industrial devendo apresentar fornecimento contínuo de produtos, com boa qualidade e preço competitivo.

A criação de peixes é basicamente constituída por três fases subdivididas em: alevinagem, recria e engorda. A alevinagem se refere à produção de alevinos, que são filhotes de peixes. Após atingirem tamanho para comercialização, eles serão encaminhados para a piscicultura, onde inicia a segunda fase do processo que é a recria. Após os peixes atingirem determinado peso, dependendo da espécie inicia a engorda, onde os peixes permanecem até atingirem o ponto para comercialização (ONO; HALVERSON; KUBITZA, 2004).

2.1.1.1 Definição e classificação

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 413/2009, os sistemas de criação de peixes podem ser classificados como extensivo, semi-intensivo, intensivo e super-intensivo (BRASIL, 2009). A seguir serão apresentadas definições, classificações e particularidades de cada sistema de criação.

As formas pelas quais se procede à criação dos peixes são denominados sistemas de criação (BUENO, 2012). Os sistemas de criação podem ser classificados de várias maneiras, cada uma com suas particularidades, assim como suas vantagens e desvantagens.

Segundo Crepaldi e outros (2006) na classificação dos sistemas de produção de peixes, existem duas formas que são mais utilizadas. A primeira considera a maneira com que a água é utilizada no processo de criação e a segunda é dada pela produtividade do sistema sendo essa a mais difundida.

Segundo Landau citado por Crepaldi e outros (2006) a classificação segundo a forma que a água é utilizada, normalmente é utilizada na Europa e nos Estados Unidos, onde considera basicamente três categorias básicas de classificação dos sistemas:

- a) **sistemas abertos** - Aqueles em que o meio é utilizado como local de cultivo, sem a necessidade de existir bombeamento de água;

- b) **sistemas semifechados** - Os quais a água é direcionada por bombeamento de uma fonte natural até o local com a infraestrutura destinada à produção, sendo parte da água parcialmente recirculada por meio de outros bombeamentos; e
- c) **sistemas fechados** - Onde a água é em quase toda sua totalidade reutilizada no sistema após uma série de tratamentos.

Segundo Crepaldi e outros (2006) no Brasil a forma mais empregada é a classificação por produtividade, a qual está diretamente ligada a densidade de estocagem empregada nessa são encontrados os sistemas extensivos (baixa produtividade por m²), semi-intensivos (moderada produtividade por m²) e intensivos (altas taxas de produtividade por m²).

Face ao exposto, Cantelmo (2002) trata as principais classificações que consideram a produtividade dos sistemas de criação na piscicultura, nas suas diferentes formas, e as relaciona, conforme a seguir:

- a) **sistema extensivo** - Esse sistema de produção, normalmente, é usado para lazer e subsistência dos seus proprietários e raramente é utilizado no aspecto econômico. São comumente encontrados em muitas propriedades rurais no Brasil, se caracteriza por apresentar água represada, na qual na maioria das vezes serve como bebedouro de animais, principalmente os bovinos. Considerando a construção da represa, utiliza-se a declividade do terreno apenas barrando a água, ou mesmo com lagos naturais, assim havendo portanto a intenção de esgotar totalmente a água e tão pouco a introdução de espécies exóticas na região. Quando essa condição apresenta-se, é possível uma produção de pescado em torno de 200 a 400 kg/ha/ano. Cabe ressaltar, que essa produção varia de acordo com: as condições de altitude; latitude; tipo de solo; bacia de contribuição; pH da água; alcalinidade da água; etc;
- b) **sistema semi-intensivo** - Esse é o sistema de criação de peixes mais difundido a nível mundial. No Brasil esse sistema é explorado em mais de 95% das criações, e se caracteriza por apresentar condições de manejo peculiares. A principal característica é que a produção de alimento natural é maximizada para a alimentação dos peixes aliada a rações, esse sistema se caracteriza por apresentar melhores rendimentos que o sistema extensivo e permitir maior densidade de peixes; e
- c) **sistema intensivo** - Esse sistema é utilizado para espécies que podem ser criadas em monocultura e não apresentam problemas com rejeição a alimentação artificial (dieta completa) e apresentam um tamanho de mercado abaixo de 1 kg. A alimentação

artificial deve suportar todo o desenvolvimento do peixe, numa forma balanceada, pois essa é a única fonte de alimentação disponível, a densidade nesse tipo de sistema é muito elevada, portanto a o alimento natural não é suficiente para manter o desenvolvimento do animal. Esse tipo de sistema pode alcançar altas taxas de produtividade.

Determinados sistemas de produção de peixes podem receber mais de uma classificação segundo Crepaldi e outros (2006), alguns exemplos são: os sistemas de recirculação de água, que são atribuídas as classificações fechado e intensivo; os sistemas de tanques-rede, que classificam-se como aberto e intensivo; os viveiros, são sistemas que podem ser extensivos e semi-intensivos, como pode ser observado no quadro 1.

Quadro 1 - Classificação dos principais sistemas de criação na piscicultura

ESTRUTURA	CLASSIFICAÇÃO	
	Quanto a produtividade	Quanto ao uso da água
Viveiros escavados	Extensivos e Semi-intensivos	Semifechados
Fluxo contínuo	Intensivos	Semifechados
Tanques rede	Intensivos	Abertos
Recirculação de água	Intensivos	Fechados

Fonte: Adaptado de CREPALDI *et al.*, 2006

Consoante ao exposto, a descrição/classificação de cada sistema isolado torna-se a maneira mais fácil de elucidar as dúvidas pertinentes à produção comercial do pescado empregada no Brasil (CREPALDI *et al.*, 2006).

Segundo Bueno (2012), de acordo com a intensidade do uso de insumos, da mecanização e manejo aplicado na criação, esses sistemas podem ser classificados em quatro tipos: extensivo, semi-intensivo, intensivo e super-intensivo, que seguem abaixo:

- a) **extensivo**: Consiste no povoamento de um reservatório que não pode ser drenado e apresenta possibilidades de controle mínimas. Muitas vezes já existem no local espécies que irão competir por alimento ou predação as espécies que será introduzida. Alguns parâmetros importantes de qualidade da água, como por exemplo OD, pH, amônia e transparência não são controlados, o autor ressalta que a produção de peixes de forma extensiva não pode ser voltada para a produção comercial;
- b) **semi-intensivo**: Sistema que exige controle sobre o abastecimento e drenagem de água no viveiro, além disso, nesse caso se faz o controle do uso de fertilização

química e orgânica para obter o máximo de benefício no processo, comumente utiliza-se a calagem para corrigir o pH. Alguns alimentos complementares, como o milho, farelo de soja e restos de cultura, são fornecidos aos peixes de maneira regular ou irregular;

- c) **intensivo**: Esse sistema apresenta como principal característica de criação o uso de rações balanceadas na alimentação dos peixes, visto que as densidades nesse sistema são muito elevadas e assim tornando os alimentos naturais escassos. As necessidades nutricionais das espécies que serão criadas devem ser bem conhecidas, para a elaboração da dieta do animal. A criação apresenta controle de entrada e saída de água, renovação/aeração, e os parâmetros de água (OD, pH, amônia e transparência) são monitorados; e
- d) **super-intensivo**: Alguns autores não o consideram como super-intensivo, e sim apenas como intensivo. Nesse tipo de sistema de criação, a densidade de estocagem não é dada por m² (metro quadrado) e sim por biomassa por m³ (metro cubico).

2.1.1.2 Métodos de cultivo

Cada um dos sistemas de criação de peixes, podem adotar tanto o monocultivo quanto o policultivo, os quais são diferenciados a seguir de acordo com Bueno (2012).

- a) **monocultivo**: Trata-se da criação de apenas uma espécie em um determinado viveiro. É o método mais utilizado na produção intensiva, pois permite que todos os recursos sejam canalizados para o melhor desempenho na produção da espécie escolhida. Além disso, o sistema de criação que adota o método de monocultivo apresenta outras vantagens como:
 - Melhor adequação das instalações e técnicas sob as necessidades da espécie que será criada;
 - Menor incidência de doenças que não são comuns para a espécie que será criada;
 - Maior padronização do produto final;

E como desvantagem, o monocultivo apresenta utilização parcial dos alimentos naturais presentes no viveiro, decorrente do comportamento alimentar de determinada espécie que seja escolhida.

b) ***policultivo***: empregado em larga escala em sistemas de produção semi-intensivos, o policultivo é caracterizado pela criação de duas ou mais espécies diferentes no mesmo viveiro. Podendo essas espécies apresentar diferentes hábitos de alimentação e ocupar diferentes locais dentro do viveiro. O objetivo principal desse método é justamente aproveitar melhor os espaços e nutrientes, por isso os policultivos são muito populares no Brasil, e em outros países em desenvolvimento, pois de fato proporcionam uma produção com menores custos. Os sistemas de criação que utilizam do policultivo apresentam vantagens como:

- Melhor aproveitamento dos espaços e nutrientes do viveiro;
- Redução de custos de produção;

Como desvantagens, os sistemas que adotam o método de policultivo apresentam:

- Possibilidade de competição entre as espécies, caso ocorra desequilíbrio no ecossistema aquático; e
- Sob o ponto de vista econômico, o aumento da mão-de-obra durante a despesa para separar as espécies;

c) ***consorcio*** – São sistemas de criação que consistem na criação de duas ou mais espécies no mesmo viveiro, onde pelo menos uma não é peixe (por ex.: arroz x peixes, marreco x peixe).

2.2 Piscicultura, meio ambiente e sustentabilidade

De acordo com o conceito adotado pela Resolução 413/2009 do CONAMA, o potencial impacto provocado pela atividade de piscicultura é dado pelo porte do empreendimento, potencial de severidade da espécie e do sistema de criação empregado (BRASIL, 2009).

Segundo Tiago (2007) a questão dos impactos ambientais sobre a piscicultura é tratada ainda de forma (tímida) incipiente na bibliografia específica sobre aquicultura, sendo encontrada por meio de trabalhos científicos que estabelecem e analisam padrões ótimos de produtividade para organismos e lançamento de efluentes dos sistemas utilizados.

A sustentabilidade ambiental da aquicultura depende do uso de tecnologias de produção que minimizem seus impactos ambientais. Para se atingir o desenvolvimento sustentável é necessário focar no desenvolvimento da atividade, ou seja, no modo como é praticada e não

somente em seu crescimento. No Brasil as atividades aquícolas ainda não são consideradas sustentáveis, pelo fato de que a maioria dos projetos não são concebidos em harmonia com o meio ambiente, sendo baseados em monocultivos intensamente arraçoados (VALENTI, 2008). O autor ainda apresenta a preocupação de ocorrer apenas o crescimento da atividade, que por muitas vezes não significa desenvolvimento.

Neste sentido, Kubitza (2010) afirma que para um empreendimento seja sustentável, deve atender aos aspectos ambientais, econômicos e sociais. As atividades precisam ser rentáveis, do ponto de vista do retorno a seus investidores; promover bem estar social, por meio da oferta de emprego e renda, e finalmente, contribuir com a preservação dos recursos naturais.

Alguns sinais indicam que a piscicultura brasileira está no caminho inverso da sustentabilidade, destacando-se: falta de monitoramento da qualidade da água; episódios agudos de mortalidade em decorrência da deterioração da qualidade da água, uso continuado de medicamentos e outros produtos químicos, inexistência de percepção frente a importância das boas práticas de manejo (BPM) e falta estruturação da produção frente a capacidade das instalações e do meio ambiente (KUBITZA, 2010).

A sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção de peixes pode ser melhorada por meio da implementação de boas práticas de manejo. Como base o cultivo em viveiros escavados, são apresentadas a seguir as principais práticas para se reduzir os impactos ambientais, de acordo com Valenti (2002):

- a) construção de viveiros em áreas previamente degradadas;
- b) construção de viveiros durante a estação seca;
- c) redução da taxa de renovação da água;
- d) povoamento do viveiro com densidade moderada e compatível a capacidade de carga ambiental;
- e) uso de efluentes como água para irrigação;
- f) criação de espécies nativas; e
- g) uso de técnicas de manejo que aumentam a produtividade sem custo ambiental.

2.2.1 Impactos ambientais da piscicultura

Em conformidade com o foco desta pesquisa, a seguir serão tratados os principais impactos que são provocados pela atividade dos sistemas de criação de peixes (piscicultura), com ênfase na esfera ambiental.

A definição de impacto ambiental, inclui tanto alterações negativas quanto benéficas, em decorrência de ações de algum projeto ou empreendimento (ADISSI *et al.*, 2013). A Resolução CONAMA nº 001/1986, em seu artigo 1, define impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- I. A saúde, a segurança e o bem estar da população;
- II. As atividades sociais e econômicas;
- III. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- IV. A qualidade dos recursos ambientais; (BRASIL, 1986, p.1).

De acordo com Ostrensky, Borghetti e Soto (2008), os impactos da piscicultura são menores em comparação a outras atividades agropecuária de modo geral. Como atividade zootécnica, a piscicultura utiliza significativas quantidades de água no processo produtivo, deteriorando sua qualidade e gerando efluentes que podem comprometer o meio ambiente receptor (LIMA, 2010).

Contudo, a maior preocupação ao impacto ambiental gerado pela atividade aquícola é dada pela má qualidade da água liberada ao corpo receptor (BACCARIN; CAMARGO, 2005). No entanto, de acordo com Cyrino entre outros (2011) esses são quase desprezíveis em comparação ao impacto de efluentes domésticos e industriais.

Entre os principais impactos ambientais provocados pela atividade destacam-se: remoção da cobertura vegetal; remoção da mata ciliar para captação de água; erosão com o carregamento de sedimentos para cursos d'água, liberação de efluentes ricos em nutrientes; liberação de efluentes ricos em matéria orgânica e sólidos em suspensão aumentando a turbidez em corpos d'água; introdução de espécies exóticas e doenças no ambiente e introdução de substâncias tóxicas (VALENTI, 2002).

Isto posto, na piscicultura tanto a produtividade do sistema, como grande parte dos impactos que podem ser gerados ao seu entorno estão vinculados à qualidade da água de cultivo e do efluente gerado (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

De acordo com Cyrino entre outros (2010) efluente trata-se de qualquer resíduo orgânico ou inorgânico de quaisquer atividades agrícolas, urbanas ou industriais, que são descartados no meio ambiente, com ou sem algum tratamento prévio.

As características dos efluentes das atividades aquícolas dependem basicamente da qualidade da água de abastecimento, qualidade e quantidade do alimento fornecido, tempo de residência no sistema de criação, espécies e densidade de estocagem (HENRY-SILVA;

CAMARGO, 2008). A água que entra no sistema de criação tem suas próprias características físicas, químicas e biológicas que são provenientes da nascente, solo de origem e percurso feito pela água, essas podem ser mantidas ou alteradas nos sistemas (MINUCCI; PINESE; ESPÍNDOLA, 2005). No entanto, apesar de impactar diretamente na qualidade da água do sistema, pouco importância tem sido dada a água de entrada (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

Além da fonte de abastecimento de água, o arraçoamento realizado é um dos fatores mais importantes e determinantes da qualidade da água e do efluente gerado pela piscicultura, pois parte do alimento fornecido é incorporado pelos peixes e parte se mantém na coluna d'água (OLIVEIRA, 2003; BACCARIN; CAMARGO, 2005). Portanto, a qualidade da água nos sistemas de criação é influenciada por fatores, como a água de abastecimento, manejo aplicado (arraçoamento, adubação, calagem, limpeza) e a espécie cultivada (KUBITZA, 2003).

A ração não consumida, fezes e excreção de metabolitos representam poluição ou carga de dejetos nos viveiros. Os dejetos são assimilados por processos físicos, químicos e biológicos, assim os efluentes dos viveiros são mais concentrados em sólidos, material orgânico e nutrientes que as águas superficiais onde estes são descarregados. Logo, efluentes de viveiros de criação de peixe podem poluir águas naturais (BOYD; QUEIROZ, 1997).

Desta forma, as atividades aquícolas impactam os ambientes, sendo esses provocados especialmente pelos efluentes gerados, sendo necessária a criação de mecanismos viáveis para minimizar esses impactos, por meio da consolidação de estratégias para o desenvolvimento sustentável (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008b).

O impacto dos efluentes gerados pela piscicultura sobre os ecossistemas, é denotado pela diferença da qualidade, entre a água do efluente e a do corpo receptor, sendo assim, o potencial impacto do sistema de criação varia de acordo com o seu local de instalação e suas particularidades (ZANIBONI-FILHO, 2005).

O efeito negativo do efluente sobre o corpo receptor é vinculado a elevada quantidade nutrientes, sólidos suspensos e a redução dos níveis de concentração de oxigênio dissolvido, principalmente no período noturno; além das características advindas de processos naturais, a liberação de resíduos dos produtos químicos que remanesceram da desinfecção, controle de pestes e tratamento de doenças, práticas que são comuns na atividade de piscicultura também se apresentam negativamente na composição do efluente (ELER; MILLANI, 2007).

Os efluentes das atividades de piscicultura podem aumentar a quantidade de sólidos em suspensão e o enriquecimento de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, esse enriquecimento é a principal causa da eutrofização nos ecossistemas continentais, onde ocorre rápido

desenvolvimento de algas e o crescimento de plantas aquáticas (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2006; ESTEVES, 1998).

A eutrofização impacta diretamente na dinâmica de funcionamento do ecossistema natural, em decorrência do aumento da sua fertilidade provoca modificações qualitativas e quantitativas nas comunidades aquáticas. O processo de eutrofização se trata do aumento da concentração de nutrientes, espacialmente o fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 1998, p. 203).

Eler e Millani (2007) destacam que a eutrofização dos corpos hídricos é considerada um dos maiores impactos provocados pela piscicultura. Consoante a isto, Amorim (2008) destaca que o principal problema de eutrofização artificial atribuído a piscicultura, é vinculado à baixa qualidade da água dos seus efluentes, que geralmente não tratados são liberados diretamente no meio ambiente (AMORIM, 2008).

De acordo com Macedo e Sipaúba-Tavares (2010), os efluentes da piscicultura quando lançados diretamente nas águas de rios e lagos sem nenhum tratamento, além de impactos ambientais por meio da alteração dos ambientes naturais, constituem riscos potenciais para a saúde pública, principalmente quando essas águas são utilizadas para preparação de alimentos, higiene pessoal e irrigação de culturas.

Corroborando ao exposto, Baccarin (2002) ao avaliar o impacto ambiental da produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), partindo da verificação de diferentes tipos de manejo alimentares (arraçoamento), concluiu que eles tiveram efeitos sobre as variáveis de qualidade da água de cultivo, contribuindo para o aumento de turbidez e material suspenso no efluente e redução do teor de oxigênio dissolvido, deixando claro o impacto ambiental da piscicultura pela comparação da qualidade da água do efluente e água de abastecimento.

2.2.2 *Desafios e legislação pertinente*

De acordo com Oliveira (2012), a produção de alimentos de maneira sustentável é um dos grandes desafios do século XXI. A busca pela sustentabilidade nos setores agropecuários é uma prática cada vez mais frequente, porém um dos maiores limitantes para alcançar esse objetivo é conciliação dos interesses econômicos com as dimensões sociais e ambientais (GEBLET; PALHARES, 2007).

Com o crescimento da atividade aquícola, aumenta também a preocupação sobre os diversos aspectos relacionados à sua sustentabilidade ambiental, pois como qualquer outra atividade de produção é potencialmente impactante ao meio ambiente (OSTRENSKY;

BOEGER; SOTO, 2008), e como atividade economicamente emergente, apesar de milenar a piscicultura encontra-se diante do desafio de se adequar ao conceito de sustentabilidade (ASSAD; BURSZTYN, 2000, p. 38; ELER; MILLANI, 2007).

De acordo com Valenti (2002), a aquicultura moderna se baseia em três componentes: a produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social. Sendo assim a preservação ambiental deve ser entendida como componente do processo produtivo, afim de reduzir os seus efeitos negativos.

Para que a expansão da atividade se dê em bases ambientalmente sustentáveis, o desenvolvimento de sistemas mais eficientes do ponto de vista de uso de água e menores impactos ambientais, deve ser alvo de pesquisa (SILVA; LOSEKAN; HISANO, 2013).

Queiroz e Silveira (2006) afirmam que a validação de tecnologias inovadoras é importante para assegurar o desenvolvimento sustentável da aquicultura brasileira, com base nas Boas Práticas de Manejo (BPM), dado o pressuposto de que grande parte dos impactos ambientais podem ser evitados ou minimizados por meio do emprego dessas práticas.

Boyd e Queiroz (1997) fazem algumas recomendações para aumentar a sustentabilidade da aquicultura em viveiros, as quais destacam-se: localizar viveiros em terras que não tem valor para outras culturas; evitar construir viveiros em áreas alagadas; fornecer aeração, porém somente quando necessário como ditado pelos níveis de concentração de oxigênio dissolvido; evitar rações com alta porção de finos (pó) e não super-arraçoar; manter a qualidade da água e do solo por meio da aeração, calagem e tratamento do fundo dos viveiros.; evitar uso de tratamento que não seja comprovadamente benéfico; reutilização da água quando possível; e ao descarregar a água, utilizar caixa de sedimentação antes que entre em um corpo natural.

Vale ressaltar que, os efeitos ambientais nocivos da piscicultura pode limitar a produção futura, no entanto pesquisas são desenvolvidas tendo como foco a redução desses impactos antes que mais expansões ocorram na indústria aquícola (SANTOS, 2009). Isto posto, não se espera que aconteça apenas o **aumento da produção**, mas sim que esse aumento esteja aliado a um real desenvolvimento sustentável da atividade e de todos os setores vinculados à cadeia produtiva do pescado (SCORVO FILHO, 2004, p. 9) [grifos do autor].

Alguns fatores que limitam a expansão piscicultura no Brasil merecem destaque, tais como: dificuldade de licenciamento ambiental, custos de produção, falta de assistência técnica e a baixa qualidade da mão de obra operacional (KUBITZA *et al.*, 2012).

Os principais desafios para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil são: a regulamentação dos empreendimentos; o zoneamento de espaços públicos para implantação de parques aquícolas; **o estabelecimento de monitoramento ambiental**; acesso ao crédito para

investimentos nesta atividade econômica; condições de infraestrutura e logística para o escoamento dos produtos e a produção de alevinos em escala comercial. No que toca o monitoramento ambiental, o ponto que ganha destaque é relacionado ao consumo, qualidade e destinação da água pelas atividades aquícolas (OLIVEIRA, 2009) [grifos nossos].

Corroborando ao exposto, Mercante entre outros (2007, p.80) destaca que as caracterizações físicas, químicas e biológicas das águas dos viveiros de produção de organismos aquáticos além de contribuir com a manutenção de níveis de qualidade desejáveis (melhorando sua produtividade e crescimento da atividade), fornecem subsídios para redução dos impactos nocivos provocados pelos efluentes liberados pelos sistemas de criação.

Para Silva, Losekan e Hisano (2013) a boa qualidade dos efluentes das atividades aquícolas é peça fundamental para atingir a sustentabilidade ambiental; e o seu constante monitoramento a fim de identificar e reduzir os potenciais impactos ambientais gerados, é de extrema importância para que os empreendimentos atendam aos padrões definidos pela legislação ambiental brasileira vigente, as quais destacam-se as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

De acordo com Valenti (2002), para que a atividade se estabeleça é necessário que algumas condições ambientais sejam respeitadas, e que estas sejam conduzidas dentro de padrões aceitáveis. Como destacam os autores Eler e Millani (2007, p. 33) “A legislação ambiental brasileira é apresentada como critério norteador e determinante na busca do desenvolvimento sustentável”.

A preservação ambiental trata-se de uma grande preocupação mundial, passando a ocupar espaço na legislação de diversos países. No entanto no Brasil, essa questão alcançou padrão constitucional, conforme pode ser observado na Constituição Federal de 1988, em seu artigo número 255, que trata que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Devido ao crescimento das atividades aquícolas no Brasil como já foi exposto, algumas diretrizes produtivas relacionadas à piscicultura são semelhantemente a de outros processos econômicos que exploram o meio ambiente, que requerem uma efetiva proteção legislativa buscando a conciliação dos conceitos de produtividade econômica com a sustentabilidade ambiental.

Nesse sentido, a lei das águas número 9.433/1997, aparece com um dos principais marcos, pois ela instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e estabeleceu seus

fundamentos e seus principais instrumentos a outorga de direito de uso de recursos hídricos (ANA, 2013).

No conjunto da legislação brasileira pode-se observar a utilização de alguns atos normativos que regulamentam a atividade aquícola, esses se apresentam por meio decretos de lei, portarias, resoluções e deliberações (TIAGO, 2007), as quais destacam-se.

No âmbito federal, o CONAMA considerando que a água integra preocupações do desenvolvimento sustentável e que a sua poluição está relacionada a proteção da saúde, a garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, instituiu a Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), que “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e da outras providências”; A Resolução CONAMA n° 413, de 26 de julho de 2009 (BRASIL, 2009), que “Dispõe sobre licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências”; E a Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2011), que “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA”.

No âmbito estadual (Rondônia), a lei número 1861 de janeiro de 2008 (RONDÔNIA, 2008), que “Dispõe, define e disciplina a piscicultura no estado de Rondônia e dá outras providências”, considerando que todo reservatório de água que tenha alterações nas características físicas, químicas ou biológicas, que apresentem prejuízo ao ecossistema; em seu artigo 16, e definindo no seu artigo 21, infração ambiental, qualquer tipo de alteração significativa da qualidade dos corpos de água receptores dos efluentes oriundos de piscicultura.

Ainda segundo a lei estadual, o seu artigo 35 constitui crime passível de multa que varia de R\$ 500,00,00 (quinhentos reais) a R\$ 100.000,00 (cem mil reais), o perecimento de espécimes da fauna existente em rios, açudes, lagos, lagoas, baías do estado de Rondônia, provocados por meio da emissão de efluentes ou carregamento de materiais.

Sendo assim, pode-se observar que toda normatização em seus diferentes âmbitos, buscam a imposição e incorporação de modelos produtivos que respeitem as boas condições ambientais.

A medida que as normas ambientais se tornam mais rigorosas, a administração e a eliminação de resíduos torna-se cada vez mais importantes. Dessa forma, uma estratégia apropriada de manejo de resíduos se torna indispensável para manutenção da legalidade, a rentabilidade e a sustentabilidade dos empreendimentos (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008).

Portanto, no intuito de atender a legislação vigente, o aumento e melhoria de ferramentas de monitoramento, incluindo medições contínuas das condições ambientais são importantes, pois possibilitam uma resposta mais rápida às condições indesejadas, contribuindo assim para a efetiva gestão das atividades (SAMPAIO *et al.*, 2013).

2.3 Qualidade da água

As análises de parâmetros físicos e químicos da água, se apresentam como importantes ferramentas utilizadas no monitoramento da qualidade da água, pois esses podem interferir na dinâmica das populações aquáticas (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004).

Existem diversos parâmetros de qualidade da água nos sistemas aquícolas, porém alguns apresentam maior importância, devendo portanto serem monitorados. Os parâmetros físicos mais importantes são: **temperatura**, sólidos suspensos, **transparência**, **turbidez** e condutividade elétrica. E quanto aos parâmetros químicos, destacam-se: **gases dissolvidos**, alcalinidade, **pH** e concentração de macronutrientes poluentes (ALBANEZ; MATOS, 2007) [grifos nossos].

De acordo com a legislação brasileira, os mananciais hídricos são classificados conforme suas características, e a água utilizada para qualquer fim deverá ser devolvida ao meio ambiente com a qualidade semelhante, sendo mantida a mesma qualidade da classe utilizada como fonte (ZANIBONI-FILHO; BARBOSA; GOLÇALVES, 1997).

Entre os fatores que levam a deterioração da qualidade da água nos sistemas de criação de peixes destacam-se: a densidade de estocagem, espécie e o manejo (adubação e arraçoamento). Estes influenciam na quantidade de nutrientes, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, matéria orgânica, pH e biomassa (MINUCCI; PINESE; ESPÍNDOLA, 2005).

2.4 Indicadores de sustentabilidade

Uma das melhores formas de operacionalizar o conceito de sustentabilidade é pela utilização de indicadores, sendo esses instrumentos que auxiliam na tomada de decisão. A criação de instrumentos que sejam capazes de fornecer informações que facilitem a avaliação da sustentabilidade das atividades, o monitoramento de tendências e a definição de metas, são alguns dos desafios encontrados para a construção do desenvolvimento sustentável dos mais variados empreendimentos (POLAZ; TEIXEIRA, 2009).

A *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) citado por Rabelo (2007) trata indicador como um parâmetro ou derivado de parâmetro que provê informação a respeito de um fenômeno, apresentando como principal característica sintetizar um conjunto de informações em sua essência sobre o que se está analisando.

A função dos indicadores é quantificar e simplificar os fenômenos no intuito de auxiliar no entendimento e na Resolução de problemas complexos (ADISSI *et al*, 2013). O objetivo principal dos indicadores é agregar e quantificar informações de maneira que sua significância fique mais aparente. Portanto, os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação (BELLEN, 2002, p. 30).

Segundo Kimpara, Zadjband e Valenti (2010) atualmente existe uma forte preocupação da sociedade em respeitar os preceitos da sustentabilidade nos sistemas produtivos, principalmente os relacionados à produção de alimentos. Como consequência vários são os métodos elaborados e utilizados para avaliação da sustentabilidade, os quais se destacam a Análise Emergética, Pegada Ecológica, Análise do Ciclo de Vida, Análise de Resiliência e o Conjunto de Indicadores.

Entre os métodos de mensuração de sustentabilidade, o uso do conjunto de indicadores destaca-se pois representa uma ferramenta poderosa na análise da sustentabilidade em atividades de aquicultura, pelo fato de que estes podem ser alocados nas dimensões ambiental, econômica e social. Os indicadores de sustentabilidade ambiental estão principalmente voltados a degradação ambiental, relacionados a parâmetros de qualidade de efluentes e o uso eficiente de recursos (KIMPARA; ZADJBAND; VALENTI, 2010).

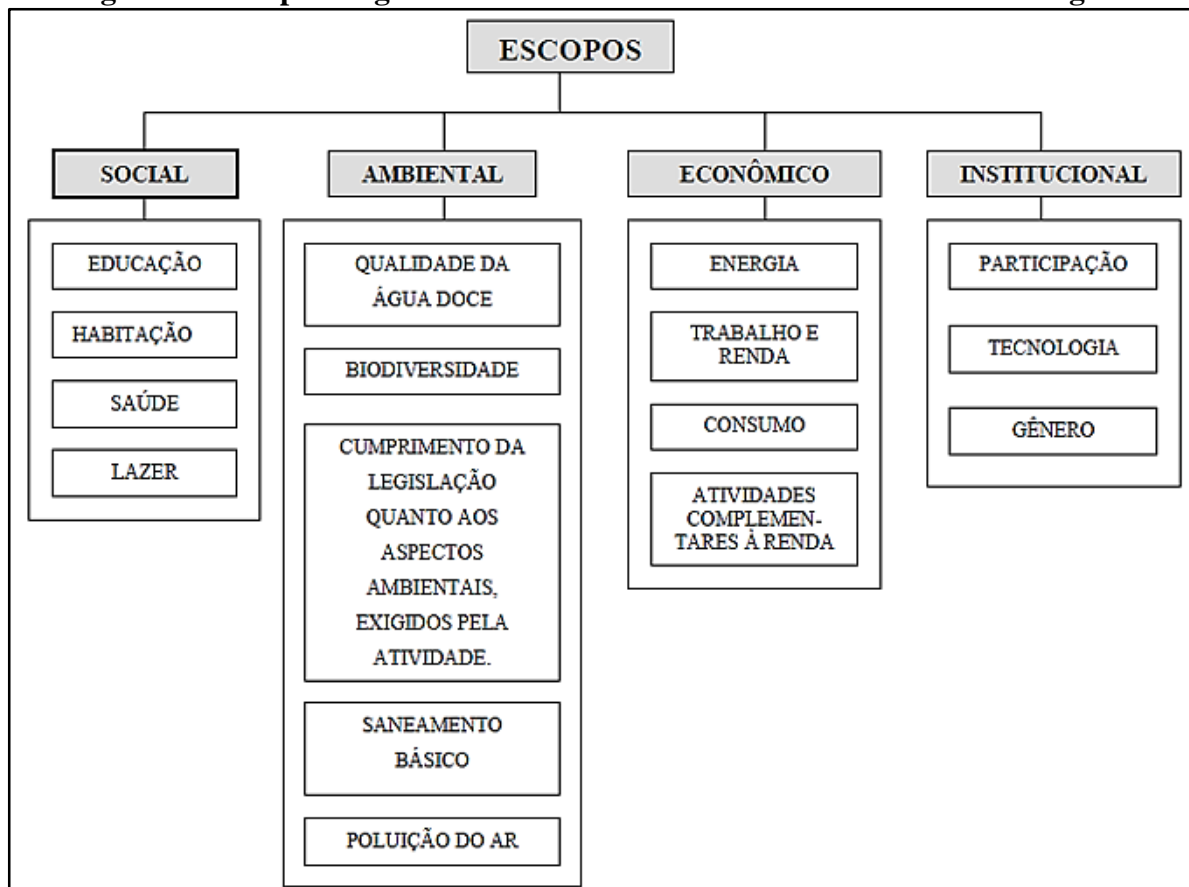
De acordo com Bellen (2002), indicadores podem apresentar diferentes significados, como normas, padrões, metas e objetivos. Dentro do contexto dos indicadores de desenvolvimento sustentável, vale afirmar que padrões e normas são conceitos similares, e se referem fundamentalmente a valores estabelecidos ou desejados pelas autoridades governamentais por meios legais, e são utilizados dentro de um valor ou medida técnico(a) de referência.

Moura (2013) afirma que o conjunto de indicadores é uma ferramenta valiosa pois trata os sistemas de produção de forma holística, fornecendo informações importantes na busca pelo desenvolvimento sustentável. Os indicadores devem ser selecionados com cuidado evitando indicadores de difícil mensuração, ou que reflitam um mesmo aspecto, tornando os resultados ambíguos.

Rabelo (2007) apresenta algumas sugestões para a escolha ou elaboração de indicadores de sustentabilidade, de acordo com as diferentes dimensões, conforme figura 1. Cabendo ao

pesquisador realizar adaptações necessárias para sua análise conforme a necessidade de avaliação, essas adaptações são para que os indicadores cumpram com o seu propósito, que é registrar o mais próximo da realidade.

Figura 1 - Escopo e sugestão de indicadores de sustentabilidade de modo geral



Fonte: RABELO, 2007, p. 93

Kimpara, Zadjband e Valenti (2012) definem os indicadores para os três componentes da sustentabilidade na aquicultura, onde destacam que a dimensão ambiental pode ser avaliada por meio de três grupos diferentes de indicadores: qualificação do uso de recursos naturais, eficiência no uso de recursos e por fim os resíduos e efluentes gerados.

Como apresentado por Rabelo (2007) a qualidade da água doce e o cumprimento da legislação referente à atividade aparecem como indicadores de sustentabilidade no âmbito ambiental, sendo esses os pontos abordados neste trabalho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

São apresentados a seguir: o método, a classificação, a natureza e a estratégia de pesquisa que foram adotados na elaboração do presente trabalho.

3.1 Método de pesquisa adotado

Segundo Gil (2002), uma pesquisa pode ser definida como o procedimento racional e sistemático que tem por objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. Uma pesquisa é requerida quando não estão disponíveis informações suficientes para responder ao problema, ou quando essas informações se apresentam em estado de desordem que não possam ser relacionadas adequadamente ao problema.

O método científico adotado é o indutivo, que segundo Gil (2008) parte do particular e coloca a generalização como produto final do trabalho de coleta de dados particulares, onde considera o conhecimento como baseado na experiência e que a generalização parte de observações de casos da realidade concreta. A indução trata-se de um processo mental no qual, por meio de dados particulares constatados infere-se uma verdade geral ou universal. Uma característica importante do método indutivo é que se fundamenta em premissas, conduzindo apenas a conclusões prováveis (LAKATOS; MARCONI, 2003).

A presente pesquisa classifica-se como descritiva, pois segundo Gil (2008) pesquisas desse tipo tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, uma das características mais importantes desse estudo é a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados.

Quanto a natureza do trabalho, o mesmo apresenta metodologia aplicada, dado que objetiva obter resultados práticos/informações, voltadas a atividade de um sistema de produção de peixes. Assim a pesquisa abordou de forma quantitativa os parâmetros físico-químicos da água do sistema e efluente, os quais interferem na qualidade ambiental. Numa abordagem quantitativa segundo Miguel (2012) o pesquisador não interfere ou pouco interfere nas variáveis de pesquisa, essas são oferecidas pela natureza ou derivadas de teorias consolidadas/provisórias, sendo elas definidas antes da realização da observação ou experimentação.

Foi adotada como estratégia da pesquisa um estudo de caso, em uma propriedade que possui um sistema de produção de peixes. Segundo Yin (2001) o estudo de caso trata-se de uma

investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando não foram bem definidos os limites entre o fenômeno e o contexto. O estudo de caso pode ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias, quanto descritivas e explicativas (YIN apud GIL, 2008).

Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa uma maneira de se investigar um tópico seguindo um conjunto de procedimentos pré-estabelecidos. Miguel (2012) aborda o estudo de caso como um dos métodos mais apropriados na área de Engenharia de Produção para conduzir pesquisas “qualitativas”. Os estudos de caso podem incluir ou serem limitados às evidências quantitativas, o contraste entre evidências quantitativas e evidências qualitativas não diferencia as várias estratégias de pesquisa. Um ponto muito importante relacionado a isso, é que a estratégia de estudo de caso não deve ser confundida com “pesquisa qualitativa” (YIN, 2001).

3.2 Caracterização da área de estudo

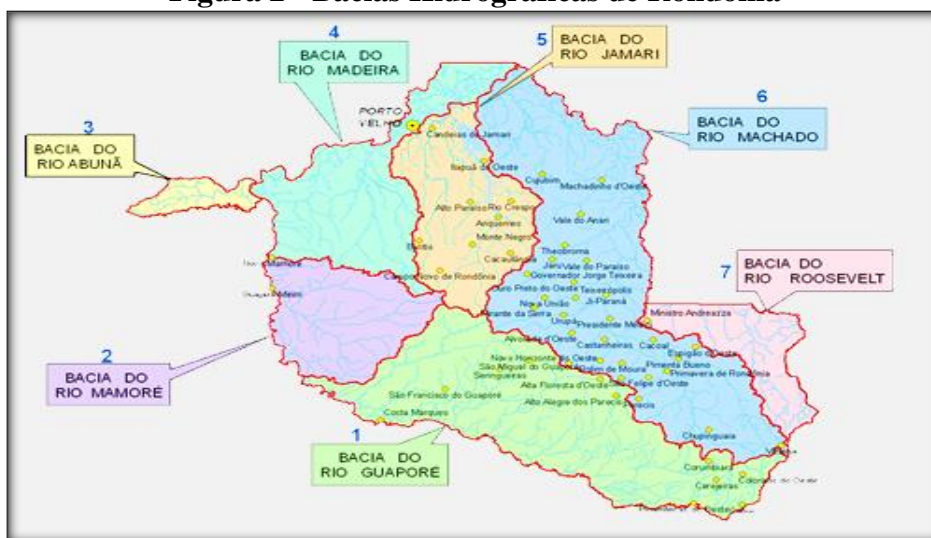
A seguir é apresentada a caracterização da propriedade objeto do estudo, o sistema de produção, a espécie cultivada e o manejo alimentar empregado durante o período experimental.

3.2.1 Caracterização da piscicultura

A área de estudo está localizada na zona rural do município de Rolim de Moura, localizado na região centro-sul do estado de Rondônia, estando a 476 km da capital do estado Porto Velho, sua posição geográfica é de Latitude Sul 11°43'31,55'' e Longitude Oeste 61°46'39,93'', a uma altitude média de 261 m, apresenta clima equatorial com variações para tropical quente úmido com temperaturas que variam de 40 °C a 18 °C, e a umidade relativa do ar varia entre 80 e 85% (IBGE, 2010).

O município de Rolim de Moura está inserido em área pertencente à bacia hidrográfica do Rio Machado (Figura 2). O seu rio é o principal afluente do rio Madeira nos limites de Rondônia, essa bacia tem extensão de 80.630,566 ha, e é a maior entre as totalmente pertencentes ao estado, estando presente em grande parte dos municípios do estado (SILVA; ZUFFO, 2002).

Figura 2 - Bacias Hidrográficas de Rondônia



Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL, 2013

A propriedade rural em que a pesquisa foi desenvolvida está localizada na rodovia RO-010, linha 186, lado sul, km 06, a cerca de 26,5 km de distância da cidade de Rolim de Moura – RO. O empreendimento dispõe de corpo hídrico para abastecimento, considerado como de classe 2. Pois segundo o artigo 42 da Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), enquanto não for aprovado respectivo enquadramento, águas doces serão consideradas como classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

As instalações da piscicultura são do tipo viveiros de derivação (subsequentes), que de acordo com Silva (2007) são reservatórios escavados em terreno natural, dotados de sistema de abastecimento de água. A propriedade possui 4 viveiros, no entanto no período de estudo apenas um foi povoado. O sistema de produção da propriedade é caracterizado com semi-intensivo, pois apresenta a característica de aliar o alimento natural (zooplâncton e fitoplâncton) do viveiro com alimento artificial (ração extrusada) e média taxas de estocagem (CANTELMO, 2002), com descarga do efluente feita diretamente no corpo receptor (mesmo corpo hídrico que é utilizado como abastecimento), ou seja, sem nenhum tratamento prévio.

O empreendimento é relativamente novo, tendo iniciando sua operação no dia 10 de março de 2015, com o povoamento de 1.700 (mil e setecentos) alevinos, iniciando a fase de recria. O empreendimento dispõe de assistência técnica, realizada pelos fornecedores dos alevinos e da própria ração¹.

¹ Fonte verbal, proprietário da piscicultura durante a primeira visita à piscicultura.

3.2.2 Espécie cultivada

A espécie utilizada para criação na propriedade é o pirarucu (*Arapaima gigas*, Curvier, 1829), conhecido como o gigante das águas amazônicas, que além da qualidade da sua carne e do alto valor comercial, outras duas características destacam-se, fazendo a sua criação ainda mais atraente. A primeira é o seu rápido crescimento, em média 10 quilos em seu primeiro ano de vida, e a segunda é a capacidade de respiração aérea, suportando altas densidades de estocagem sem que seja afetado por reduções no nível de oxigênio dissolvido (ONO; HALVERSON; KUBITZA, 2004).

Os alevinos do pirarucu são muito predados por pássaros, devido a frequentemente subirem à superfície para respirar, portanto devem ser instaladas telas de proteção nos viveiros durante as fases inicial de engorda (SEBRAE, 2013).

Durante o período de estudo, os peixes se encontravam na fase de recria. Nessa fase devem ser tomados cuidados com as condições da água de cultivo e com a alimentação oferecida devendo ser de excelente qualidade, visto que um baixo desenvolvimento durante essa fase compromete a eficiência de todo ciclo de engorda (SEBRAE, 2013).

Figura 3 - Espécie Pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829)



Fonte: GROSSA; OVIEDO; TAÍTSON, 2011

O povoamento da espécie pirarucu em viveiros deve ser feito, preferencialmente com juvenis previamente condicionados à ração. A fase de recria (até 0,5 kg em média) deve manter a taxa de estocagem de 3.000 a 4.000 kg/hectare, em viveiros que apresentam baixa renovação de água, e na fase de engorda a densidade pode chegar até 10.000 kg/hectare. Conforme apresentado de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 - Recomendações de povoamento e densidade em viveiros.

(continua)

Parâmetro	Recria	Engorda
Peso médio inicial (kg)	0,015	0,5
Peso médio final (kg)	0,5	10

(continuação)

Parâmetro	Recria	Engorda
Densidade de estocagem (peixes/hectare)	8.000	1.000
Biomassa final (kg/hectare)	4.000	10.000
Tempo (dias)	60	360
Sobrevivência (%)	95	98

Fonte: Adaptado de SEBRAE, 2013

3.2.3 Manejo alimentar

Segundo Queiroz e Silveira (2006), em um viveiro de piscicultura que não é dotado de um manejo eficiente da qualidade da água, a ração se torna a principal fonte de nutrientes que podem conduzir à deterioração da qualidade da água do viveiro.

O manejo alimentar (arraçoamento) observado durante o período de pesquisa foi realizada por meio da oferta de ração extrusada comercial para peixes carnívoros, contendo níveis de proteína bruta entre 40 e 45%, em locais preestabelecidos². Esse tipo de ração apresenta a principal vantagem de que ao ser lançada na água ela flutua permitindo controle sobre a quantidade de alimento fornecido aos peixes (SILVA, 2007).

A espécie *Arapaima gigas* apresenta grande habilidade em aproveitar o alimento natural do viveiro, o que complementa a sua dieta e contribui para seu desenvolvimento (SEBRAE, 2010). O que foi observado na piscicultura, pois a atividade de arraçoamento é aliada o alimento natural proveniente do viveiro.

3.3 COLETA DE DADOS

O levantamento dos dados foi realizado pelo pesquisador, mediante visita à propriedade, a fim de realizar a coleta das amostras de água do sistema de produção para realização das análises *in loco* e laboratoriais dos parâmetros físico-químicos definidos.

3.3.1 Coletas das amostras

As coletas foram realizadas com um espaço temporal médio de 21 dias (3 semanas), conforme é apresentado na tabela 2.

² Fonte verbal, proprietário da piscicultura durante a primeira visita à piscicultura.

Tabela 2 - Datas das coletas

Coletas	Data	Horário
Primeira coleta	21/Março/2015	09h:20m - 10h:30m
Segunda coleta	06/Abril/2015	09h:35m - 10h:20m
Terceira coleta	27/Abril/2015	09h:40m - 10h:30m

Fonte: Dados da pesquisa

As amostras de água foram obtidas em 4 pontos diferentes dentro da propriedade: fonte natural de abastecimento (P1), reservatório de abastecimento (P2), viveiro de recria (P3) e o ponto de descarga do efluente (P4). Os mesmos foram escolhidos por apresentar característica sequencial. Para o ponto de abastecimento foi realizada apenas uma coleta, devido a empecilhos técnicos. As amostras foram armazenadas em recipientes plásticos esterilizados próprios para esse tipo de análise, e posteriormente conservadas para análise laboratorial.

3.3.2 Análises realizadas

Foram realizadas análises dos parâmetros (Temperatura, Oxigênio Dissolvido e Transparência) *in loco* com equipamentos portáteis da instituição, para os parâmetros (Condutividade, pH, Turbidez, Dureza, Nitrato, Nitrito) foram realizadas no Laboratório de Águas da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) – *Campus* de Rolim de Moura.

A tabela 3 apresenta os parâmetros da água que foram analisados bem como os equipamentos e/ou métodos utilizados.

Tabela 3 - Parâmetros analisados e métodos

Parâmetro	Método/Equipamento	Referência
Temperatura	Medidor portátil (Tracer OD/T)	(FINOTTI <i>et al.</i> , 2009)
Turbidez	Turbidímetro (TB 1000p)	(APHA, 2005)
pH	Medidor portátil (Tecnopan, Mpa 210)	(APHA, 2005)
Oxigênio Dissolvido	Medidor portátil (Tracer OD/T)	(FINOTTI <i>et al.</i> , 2009)
Condutividade	Condutivímetro de bancada (Analyser – DDS - 11c Conductivity meter).	(APHA, 2005)
Nitrito	Método da sulfanilamida e dicloreto de N-(1- Naftil) – Etilenodiamina – Método de ensaio	(NBR 12619, 1992)
Nitrato	Método do ácido cromotrópico	(NBR 12620, 1992)
Dureza	Titulometria – Método EDTA	(APHA, 2005)
Transparência	Disco de <i>Secchi</i>	(ESTEVEES, 2011)

Fonte: Dados da pesquisa

Foram realizadas as análises via métodos titulométricos (clássicos), em equipamentos da própria instituição (UNIR). Não foi possível a realização de demais parâmetros de qualidade da água devido à dificuldade com equipamentos e questões financeiras.

3.3.3 Tratamento estatístico

Para cada parâmetro analisado, foram obtidos os respectivos valores da média, mínima, máxima, amplitude e desvio padrão. Os valores foram plotados em gráfico no formato de barra e box-plot, a construção de todos os gráficos, bem como as atividades de tratamento das informações coletadas foram realizadas por meio do software Microsoft Excel 2013.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tópicos a seguir são referentes aos resultados obtidos, bem como as discussões sobre os mesmos.

4.1 Parâmetros de qualidade da água

Um viveiro de piscicultura funciona como um ecossistema artificial onde fatores alóctones (externo) como “*inputs*” são tão essenciais quantos os autóctones (internos), que desempenham importante papel no ecossistema (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Os organismos vivos (bióticos) e os não vivos (abióticos) estão inseparavelmente inter-relacionados e interagem entre si, como sofrem influência externa e interna, atuam nas diversas comunidades e nos fatores físico e químicos existentes dos ecossistemas aquáticos. Portanto qualquer estudo que tenha por finalidade o cultivo de peixes, parte desses fatores (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

Sendo assim, o nível de poluição que é gerado pela piscicultura pode ser entendido como decorrente das reações de dentro dos viveiros, situações de manejo dos viveiros, manejo da alimentação e do sistema de processamento do pescado (PAGGI, 2006), o que resulta em grandes preocupações em relação aos impactos da atividade sobre o meio ambiente.

Diante do exposto, o controle da poluição das águas está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado, a melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 2011, p.1) e também a sustentabilidade (BORGES, 2010). Então, para que se possa realizar o manejo sustentável da piscicultura é necessário o conhecimento das características físicas, químicas e biológicas dos viveiros (SIPAÚBA-TAVARES, 2000).

A qualidade da água para uso das atividades aquícolas está próxima à requerida para água potável, embora a turbidez possa ser maior, a qualidade química deve se apresentar em ótimas condições, podendo assim inviabilizar a atividade (ALBANEZ; MATOS, 2007).

Com base nos resultados das análises físico-químicas realizadas no sistema de produção de produção de peixes no presente trabalho, na tabela 4 são apresentadas as características da água de cada de coleta, bem como os padrões de qualidade da água usados para comparação com baseados na Resolução CONAMA 357/2005 de acordo com a classe 2, que classifica águas destinadas à criação natural e/ou intensiva de organismos aquáticos ao consumo humano.

Tabela 4 - Valores médios e desvios padrão das variáveis limnológicas analisadas

Variável	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Valor de Referência
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	
Temperatura (°C)	28,725±0,591	28,733±3,384	30,766±0,404	(≤ 40)
Turbidez (UNT)	29,975±15,295	21,333±10,016	30,9±28,078	(< 100)
pH	5,745±0,646	6,133±0,833	6,986±0,400	(5,0 - 9,0) ⁽¹⁾
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	7,150±3,611	7,563±1,029	8,733±1,792	(> 5)
Condutividade Elétrica (µS.cm ⁻¹)	15,82±1,2230	26,43±3,607	27,25±3,4252	(< 100) ⁽²⁾
Nitrito (mg.L ⁻¹)	0,127±0,047	0,107±0,035	0,117±0,073	(< 1,00)
Nitrato (mg.L ⁻¹)	0,375±0,4710	1,790±0,351	1,150±0,367	(< 10,00)
Dureza (mg.L ⁻¹)	2,130±1,675	5,120±2,217	3,333±2,309	(20 - 75) ⁽³⁾
Transparência. (cm)	33,500±0,707	39,000±18,384	33,750±13,081	(30 – 60) ⁽⁴⁾

Os parâmetros não contemplados/alterados na Resolução, estão indicados com numeração que se refere a literatura específica do assunto. (1) Resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011); (2) (CETESB, 2009); (3) (SIPAÚBA-TAVARES, 1995); (4) (FARIA *et al*, 2013).

Fonte: Dados da pesquisa

4.1.1 Temperatura

Temperatura trata-se de uma medida da intensidade de calor e é uma característica muito importante da qualidade da água, pois essa influência em outras propriedades causando reflexos sobre a vida aquática. A temperatura desempenha papel importante sobre os organismos aquáticos e a maioria dos parâmetros físicos, químicos e biológicos na unidade de criação (KUBITZA, 2003).

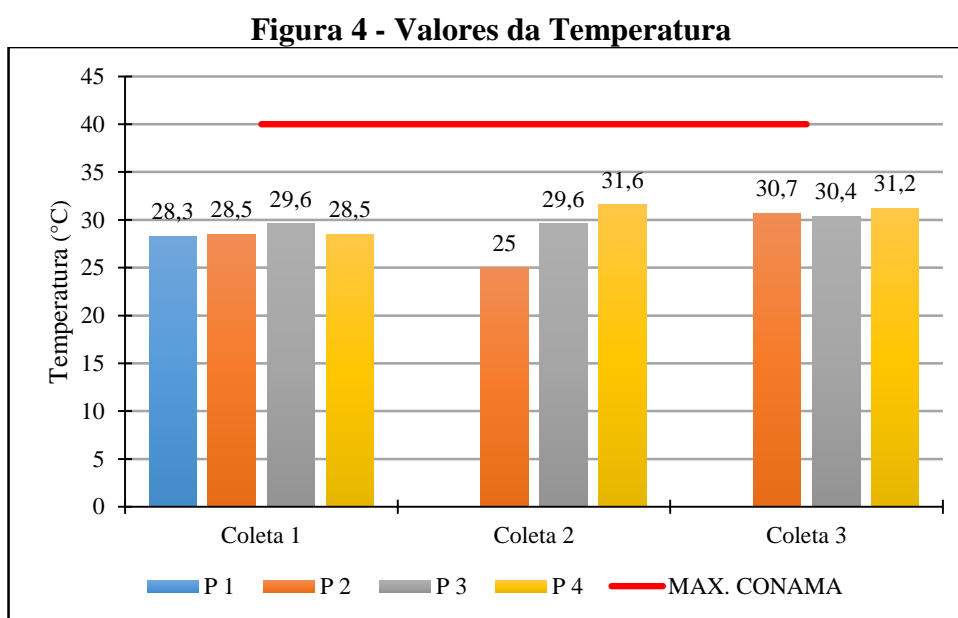
As variações na temperatura fazem parte de um regime climático normal, porém a temperatura é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2009).

Cada espécie cultivada apresenta características específicas de faixas de temperatura, dependendo também da fase de desenvolvimento em que se encontra. Em espécies com característica tropicais a faixas de temperatura recomendada fica entre 26 e 30 °C (KUBITZA, 2003).

Vale ressaltar que o valor de temperatura estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para os corpos hídricos de classe 2 é de no máximo 40°C.

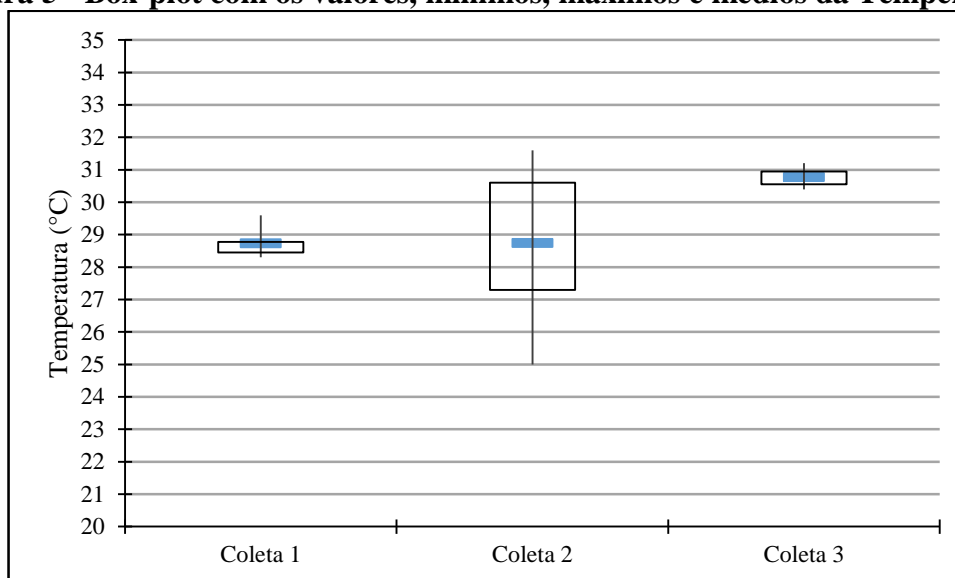
Conforme apresentado na figura 5, a temperatura da água no sistema em questão apresentou variação ao longo do período do estudo. Essa variação de valores foi entre 25 e 31,6°C, nos pontos de coleta (P2) e (P4) respectivamente, ambos na segunda análise.

Ao analisar o conjunto de dados obtidos no ponto P4, que representa o descarte do efluente do sistema, pode-se observar que a temperatura apresenta um valor médio de $(30,43 \pm 1,686 \text{ } ^\circ\text{C})$, em comparação ao ponto de abastecimento (28,3 °C). Sendo assim, os valores de temperatura da água do efluente não excedem os estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.



No entanto o sistema de produção analisado influenciou na elevação dessa variável, pois foi verificada a diferença entre a característica da água de abastecimento P1 e a água presente no sistema de criação P2, P3 e P4. Com exceção do valor obtido no P2 na segunda análise, que apresenta-se inferior às demais, que pode estar relacionado ao fato de precipitação durante o dia e a madrugada que antecedeu a coleta e pouca incidência de radiação solar devido a nebulosidade.

Figura 5 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da Temperatura



Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com Toledo entre outros (2003) o corpo hídrico de abastecimento quando é corrente e coberta por vegetação contribui para uma temperatura menor da água. Os maiores valores da temperatura podem estar relacionados ao aquecimento dos viveiros pelos raios solares (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008b).

No estudo realizado por Minucci, Pinese e Espíndola (2005), em que foram analisadas variáveis limnológicas em sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus macrocephalus*, piaçu, na fazenda experimental da Universidade do Estado de Minas Gerais – *Campus* de Ituiutaba – (MG), em dois viveiros, um sendo povoado e outro não, foram monitoradas a temperatura da água em três pontos (entrada, meio e saída), sendo encontrada variação de 16 a 24,5 °C, não ocorrendo diferença significativa entre os dois viveiros monitorados, assim concluiu o estudo que a presença de peixes não influenciou significativamente o parâmetro temperatura.

Toledo entre outros (2003) ao avaliar o impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – (MT), observou valores médios de temperatura nos seguintes pontos, reservatório de abastecimento ($27 \pm 0,9$ °C), nos efluentes dos viveiros ($26,01 \pm 1,27$ °C) e ($27,70 \pm 1,43$ °C), não constatando influência dos efluentes dos viveiros sobre a temperatura do corpo receptor ($25,00 \pm 1,27$ °C), assim não verificou alteração significativa da temperatura causada pelo sistema de criação.

A descarga de efluentes com elevadas temperaturas diretamente no corpo receptor pode alterar a dinâmica do ambiente, devido ao fato de que a temperatura é um dos principais fatores limitantes de uma grande variedade de processos biológicos (TOLEDO *et al.*, 2003).

Baccarin (2002), realizou um estudo que avaliou o impacto do manejo alimentar na produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre os efluentes, e constatou que durante todo o período experimental (três análises) que a temperatura da água dos viveiros se manteve maior que a água de abastecimento, apresentando diferença de (3,69 °C, 0,91 °C e 2,47 °C) respectivamente às coletas, o autor observou na segunda avaliação a menor diferença e menores temperaturas e atribuiu o fato ao tempo nublado e chuvoso, como pouca radiação solar.

Portanto pode-se observar que durante o período do presente estudo os valores de temperatura da água presente nos efluentes (P4), foi maior que a da água de abastecimento (P1), no entanto essa variação não é tão significativa, que possa ser apontada como decorrente exclusivamente da atividade de criação, como em outros estudos é grande a possibilidade de que a temperatura foi influenciada pela incidência de radiação solar.

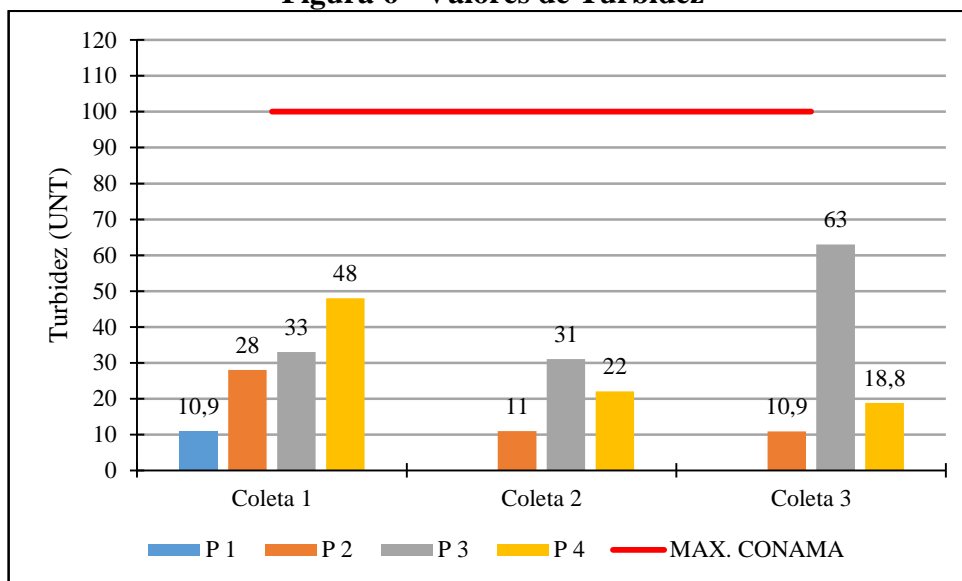
4.1.2 Turbidez

De acordo com Mercante entre outros (2011), turbidez é a medida da capacidade que a água tem de dispersar a radiação, dessa forma, está associada à presença de partículas sólidas em suspensão, à condutividade e também a quantidade de fitoplâncton.

Boyd e Queiroz (1997), afirmam que a partir da observação da cor e aparência da água é possível saber se a turbidez é decorrente do plâncton ou outras substâncias. Nos viveiros de criação o plâncton deve ser a principal fonte de turbidez (*no tópico de discussão sobre transparência serão apresentadas algumas relações entre a turbidez causada pelo plâncton ou por outros sólidos suspensos*).

A turbidez é resultado da presença de partículas em suspensão, responsáveis por variações qualitativas e quantitativas da qualidade da água, como penetração de luz, fotossíntese e produtividade (SILVA, 2007). Em águas com elevada turbidez é a penetração da luz é dificultada, comprometendo o desenvolvimento de microrganismos e a própria produção aquícola. Além disso, os sólidos em suspensão podem causar danos diretos aos peixes (ALBANEZ; MATOS, 2007).

A Resolução CONAMA 357/2005 recomenda para corpos hídricos de classe 2, valores aceitáveis para turbidez de no máximo 100 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez). Os valores de turbidez apresentaram variação entre 10,9 UNT e 63 UNT, nos pontos de coleta (P1) e (P3), na primeira e terceira coleta respectivamente, conforme é apresentado na figura 6.

Figura 6 - Valores de Turbidez

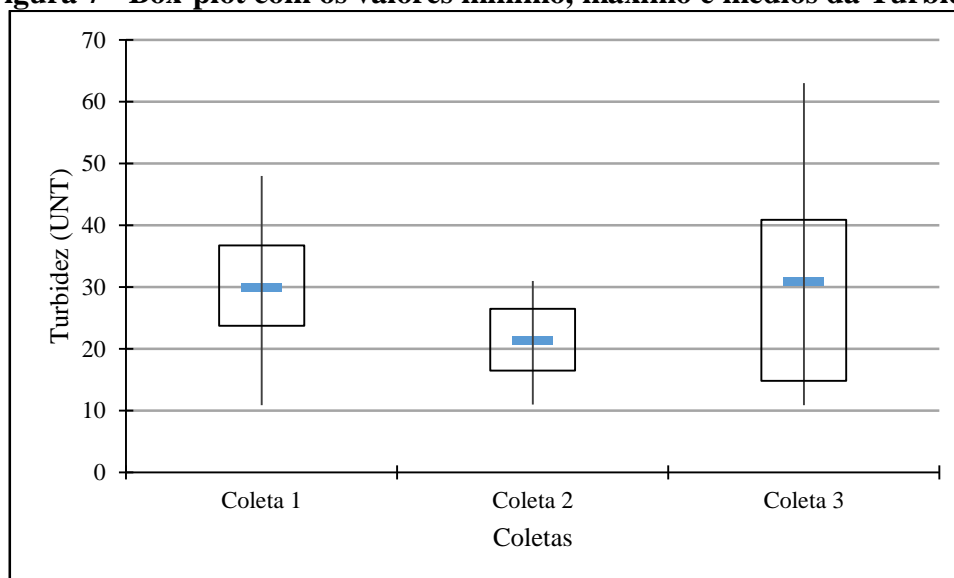
Fonte: Dados da pesquisa

Mercante entre outros (2011), ao avaliar a qualidade dos efluentes de pesqueiros na bacia do Alto Tietê, encontraram valores médio de turbidez de 107 UNT, com máxima de 150 UNT e mínima de 69 UNT, sendo considerados altos valores, e sendo atribuídos principalmente ao processo de degradação da matéria orgânica. Sendo assim os valores obtidos em pesqueiros situados em Guarapiranga, apresentando-se em desacordo com o estipulado pela legislação.

Sipaúba-Tavares (1994) afirma que viveiros destinados ao cultivo de peixes geralmente é ou tornasse turbido, em decorrência do fitoplâncton que cresce devido a adição de fertilizantes e alimentos fornecidos aos peixes.

Nos dados obtidos na presente pesquisa, pode-se observar que a turbidez do ponto (P3) viveiro de recria, apresentou aumento significativo na terceira coleta, em relação a primeira, sendo influenciada pelo tempo de estocagem.

Figura 7 - Box-plot com os valores mínimo, máximo e médios da Turbidez



Fonte: Dados da pesquisa

Silva (2007) relata que a turbidez em águas de viveiros de criação se dá em resultado das partículas do solo em suspensão provenientes da erosão dos canais de abastecimento e erosão do próprio viveiro, e que o incremento da turbidez pode ocorrer devido à decomposição da ração não consumida e adubos orgânicos presentes nos tanques de criação.

O estudo realizado por Mercante entre outros (2007), analisou variáveis físicas, químicas e biológicas da água de viveiro destinado a engorda de Tilápias (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus), em Pindamonhangaba – (SP), e encontrou valores de turbidez média de 90 UNT, valores esses muito próximos ao limite da legislação que é de 100 UNT. Os altos valores de turbidez encontrados foram atribuídos pelos autores ao aporte de matéria orgânica decorrente do arraçoamento, das comunidades fitoplanctônicas e zooplânctônicas e dos detritos inorgânicos como areias e argila.

Queiroz entre outros (2006) indica que os altos valores de turbidez dos viveiros podem estar relacionados às características do solo. Em sua pesquisa observou que alguns viveiros apresentavam valores muito altos de turbidez em comparação aos demais, e que isso se deu pela grande quantidade de argila presente que fica constantemente em suspensão devido ao revolvimento do fundo do viveiro pelos peixes, comportamento característico da espécie presente.

Então pode se observar que durante o período de estudo, a água do sistema de criação em questão apresentou variação para os valores de turbidez quando comparados ao da água de abastecimento, porém essa se manteve abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação

(100 UNT). Os valores da turbidez observados estão relacionados principalmente, ao tempo de operação do sistema, erosão do viveiro, comportamento da espécie e manejo alimentar.

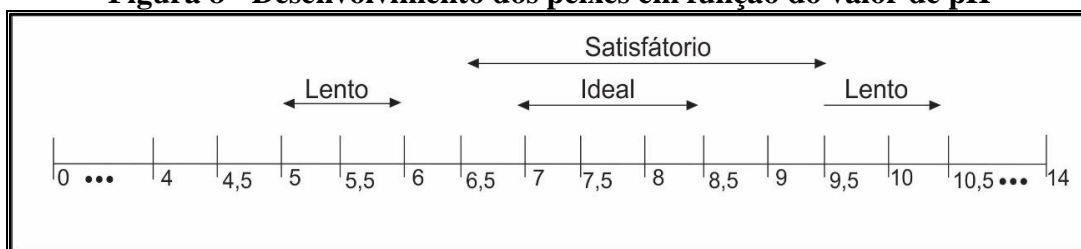
4.1.3 pH

O pH trata-se de um índice de concentração de hidrogênio na água, e é usado para determinar se uma água é ácida ($\text{pH} < 7$), neutra ($\text{pH} = 7$), ou alcalina ($\text{pH} > 7$) (BOYD; QUEIROZ, 1997). Nos sistemas de produção de pescado é importante o monitoramento do pH, suas alterações muito grandes podem afetar o desenvolvimento dos peixes e até ocasionar a mortalidade em alguns casos extremos. Principalmente nas fases iniciais de criação, onde os peixes são ainda mais sensíveis a essas alterações (ALBANEZ; MATOS, 2007).

Valores de pH muito acima ou abaixo da faixa neutra podem causar prejuízos ao crescimento e condição geral de saúde dos peixes. Sendo que as tolerâncias aos valores do pH variam com a espécie que é cultivada. Em geral valores próximos a neutralidade são mais adequados à produção de peixes (KUBITZA, 2003).

Albanez e Matos (2007) apresentam que na atividade de piscicultura, o pH na faixa de 6,5 a 9,5 são considerados aceitáveis, no entanto apresenta a faixa de 7 a 8,5 como ideal para o desenvolvimento dos peixes, conforme a figura 8.

Figura 8 - Desenvolvimento dos peixes em função do valor de pH



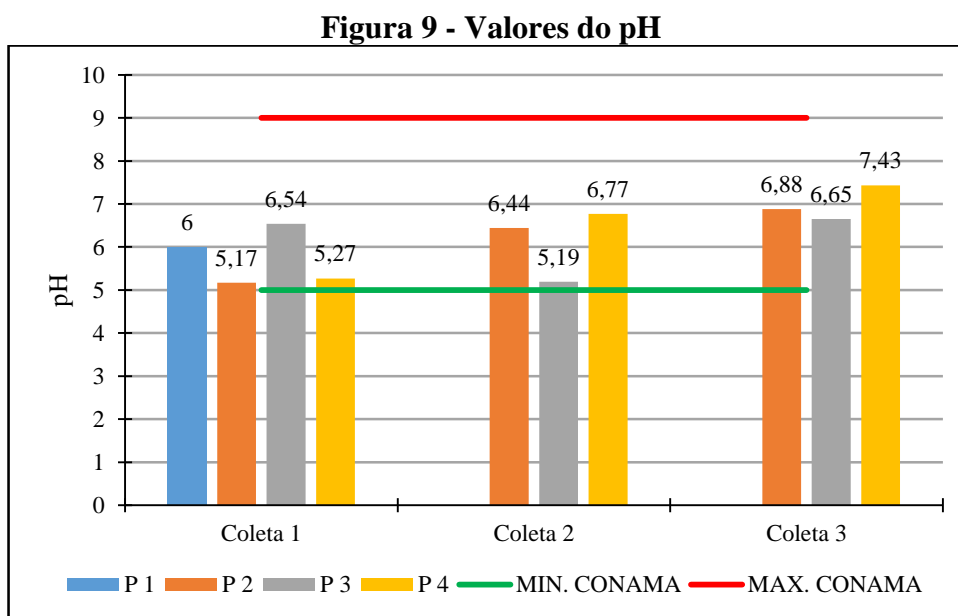
Fonte: ALBANEZ e MATOS, 2007, p. 1112

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais, se dá diretamente por seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Dessa forma, restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de água naturais, de acordo com a legislação federal, os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2009).

A Resolução CONAMA 357/2005 estipula a faixa padrão para o pH permitidos para águas de classe 2, entre 6 e 9. No entanto a Resolução CONAMA 430/2011 altera essa faixa padrão para valores entre 5 e 9, para o lançamento de qualquer fonte poluidora diretamente no corpo receptor.

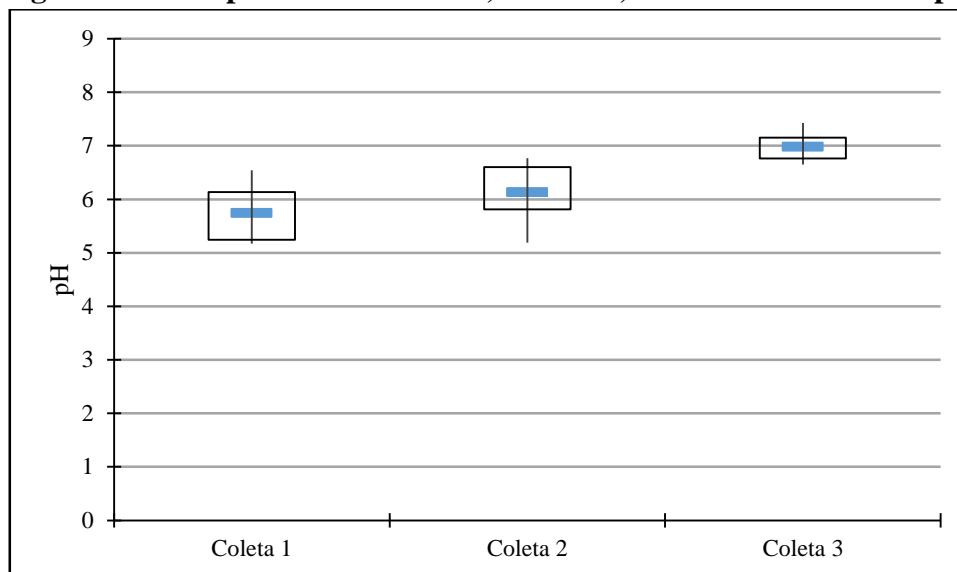
Silva (2007) explica a dinâmica do pH em sistemas de criação de peixes da seguinte maneira, o pH costuma ser baixo quando há um aumento de ácidos orgânicos dissolvidos na água, esse fato se dá por influência do processo fotossintético das algas, que ao consumirem o dióxido de carbono dissolvido, originada da oxidação do material orgânico pelas bactérias, provocam a dissociação do íon bicarbonato (HCO_3^-) e consequentemente liberam a hidroxila (OH^-) que é responsável pelo aumento da concentração do pH no meio aquático.

Os valores do pH da água no sistema de produção estudado, apresentou variação de 5,17 a 6,77 ao longo do período de estudo. Sendo o menor valor obtido na primeira análise, no ponto de coleta (P2), e o maior valor foi encontrado durante a terceira análise, no ponto de coleta (P4). Pode-se observar que o valor obtido em (P2) se mostra fora do limite tolerável pela Resolução CONAMA 357/2005, porém se apresenta dentro da faixa estipulada pela Resolução CONAMA 430/2011, para todas as classes de água, conforme a figura 9.



Fonte: Dados da pesquisa

O valor médio de pH obtido no sistema de produção foi de $(6,234 \pm 0,792)$, os valores no ponto (P4) que representa o descarte do efluente, são coerentes com os estabelecidos na legislação brasileira, pois apresentam um valor médio de $(6,49 \pm 1,107)$. Ao analisar cada amostra individualmente observou-se que o valor obtido no ponto de descarte do efluente (P4) na primeira coleta foi (5,27), em desacordo com a faixa estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005, no entanto em acordo com a Resolução CONAMA 430/2011. Portanto, na observação dos valores médios e individuais obtidos para o pH no sistema analisado, estão de acordo com a faixa padrão estabelecida pela legislação brasileira.

Figura 10 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do pH

Fonte: Dados da pesquisa

O conjunto de dados para o pH presente nas amostras da água do efluente do sistema, apresentaram-se maiores que os obtidos na amostra da água de abastecimento. Dados esses, que se assemelham aos obtidos por Hussar entre outros (2005), que ao analisar a água do afluente e do efluente provenientes de tanques de piscicultura, observaram valores nas amostras dos afluentes menores que os do efluente. O autor destaca que baixos valores de pH são geralmente encontrados em sistema de criação durante as primeiras horas da manhã, devido ao metabolismo do fitoplâncton que por meio da fotossíntese libera oxigênio no período diurno e gás carbônico no período da tarde/noite, o que acidifica o meio.

Mercante entre outros (2007), em sua avaliação diurna de variáveis ambientais nos viveiros de tilápias, encontrou valores de pH levemente ácidos, variando de 5,6 a 6,4 com média de $(6,980 \pm 0,79)$ nas primeiras horas da manhã. E durante o dia ligeira elevação do pH que é relacionada à fotossíntese, essa que ao final da tarde cessa deixando de retirar o gás carbônico da água, promovendo a acidez do meio e causando redução do pH. Valores esses próximos à média observada no ponto de descarte do efluente do sistema em questão do presente estudo (P4) que é $(6,49 \pm 1,107)$. O autor sugere como proposta de manejo hídrico visando à melhoria da qualidade da água dos viveiros, a aplicação de calcário agrícola a fim de reduzir as oscilações de pH, por meio da melhoria no poder tampão da água.

Toledo entre outros (2003), ao avaliar o impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – (MT), identificou valores de pH de $(5,77 \pm 4,88)$ no ponto de reservatório de abastecimento, e $(6,33 \pm 0,12)$ e $(6,66 \pm 0,14)$ nos efluentes,

porém não foi constatado nenhuma influência da água do efluente no corpo receptor ($6,61 \pm 8,99$), sendo assim nenhum impacto significativo foi observado em decorrência do manejo realizado nos viveiros.

Em sua pesquisa Paggi (2006), realizou uma avaliação limnológica em um sistema de piscicultura na região de Paranaíta – (MT), obtendo resultado de pH que variaram dentro da faixa mínima de 6,0 no canal de abastecimento (sendo esse protegido por mata ciliar, livre da presença de bovinos) e o valor máximo de 9,2 no ponto de saída. De maneira geral o pH não apresentou diferença significativa no período estudado. O autor destaca que os altos valores de pH verificados em determinado período são justificados pela liberação de carbonatos retidos no sedimento com a passagem da rede de arrasto para remoção dos peixes.

Amorim (2008) ao avaliar o impacto ambiental da produção de pirarucu (*Arapaima gigas*, Curvier, 1829) sobre a qualidade da água durante dois períodos do ano, chuvoso e seco, observou valores de pH entre 4,9 e 8,6. Sendo que no início do período chuvoso os valores de pH foram mais baixos (4,9 a 5,4) apresentando pouca variação até o início do período seco, ou estiagem como se refere o autor. A partir do início da estiagem, nos pontos de criação e os efluentes apresentaram valores médio de pH mais elevados (6,8 a 8,3), os mesmos permanecendo próximos a 8,6 no final do estudo, sendo destacado pelo autor que os valores obtidos de pH durante o estudo se apresentaram em conformidade a legislação ambiental.

4.1.4 Oxigênio Dissolvido

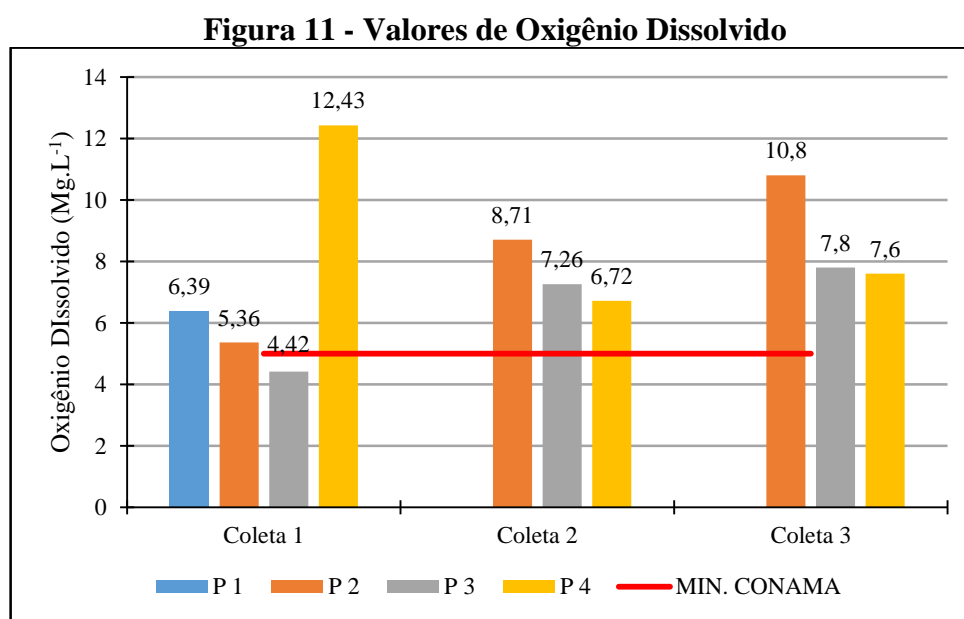
O oxigênio dissolvido é um dos dois gases atmosféricos mais importantes para atividades aquícolas (BOYD; QUEIROZ, 1997). As principais fontes de oxigênio para a água são: a atmosfera e a fotossíntese (ESTEVES, 2011).

Baixos teores de oxigênio dissolvido podem ser resultantes do aumento do aporte de ração e matéria orgânica que levam ao aumento de fitoplâncton, que além de reduzir a concentração de OD contribui para outros problemas que prejudicam a produção aquícola (QUEIROZ; SILVEIRA, 2006).

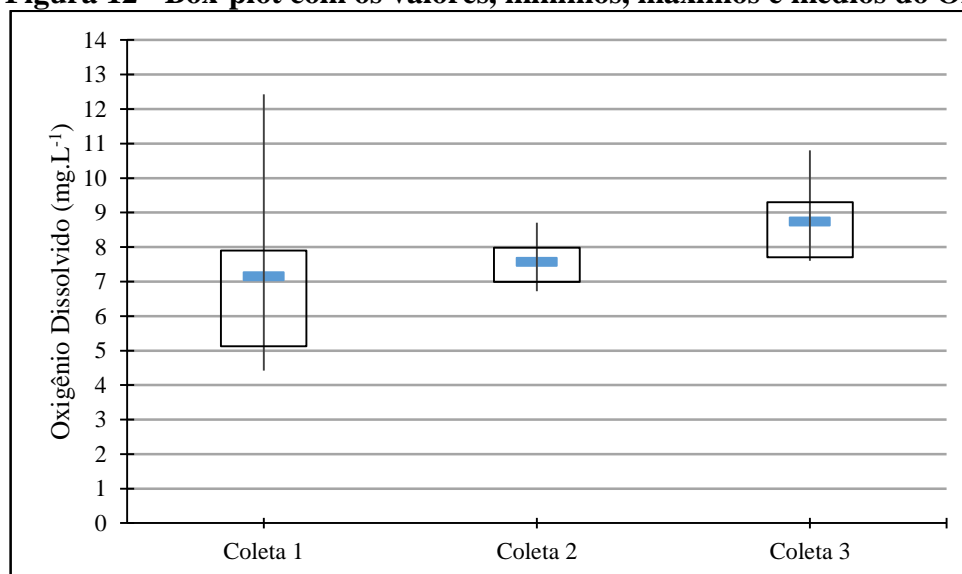
A concentração de oxigênio na água exerce grande influência sobre o consumo de alimento, crescimento e a conversão alimentar dos peixes, o que pode contribuir para a redução da produtividade dos sistemas de criação (KUBITZA, 2003). A solubilidade de oxigênio como de todos os gases depende de dois fatores principais: temperatura e pressão (ESTEVES, 2011).

Durante a criação de peixes as concentrações de oxigênio recomendadas devem estar acima de 4 mg.L⁻¹, dado que valores abaixo de 2 mg.L⁻¹ provocam estresse excessivo e até mesmo risco de mortalidade (KUBITZA, 2003).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece valor mínimo para concentração do oxigênio dissolvido em 5 mg.L⁻¹. Durante o período de estudo, os valores de oxigênio dissolvido apresentaram grandes variações, o menor valor obtido foi 4,42 no ponto (P3), e o maior valor obtido foi 12,43 (P4), ambos referentes a primeira análise, conforme apresentado na figura 11.



Os valores médios do oxigênio dissolvido para os respectivos pontos foram: (P1 = 6,39); (P2 = 8,29); (P3 = 6,49) e (P4 = 8,916). Pode-se observar que no efluente do sistema de criação (P4) não apresentou concentrações de OD menores do que os observados no ponto de abastecimento (P1), não apresentando influencia desse parâmetro para degradação da qualidade da água no corpo hídrico.

Figura 12 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do OD

Fonte: Dados da pesquisa

Os valores obtidos para esse parâmetro, se mostraram diferentes dos obtidos por Paiva (2014), que ao analisar a qualidade da água de um sistema de piscicultura no município de Ji-Paraná – (RO), obteve valores para o parâmetro oxigênio dissolvido, que estiveram em praticamente todos os pontos de amostragem inferiores ao mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

Toledo entre outros (2003), ao avaliar o impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – (MT), delimitou pontos de coleta no reservatório de abastecimento do sistema, nos efluentes dos viveiros e dois pontos no corpo hídrico, um antes do sistema e outro depois da descarga de efluentes. Observou valores baixos de oxigênio dissolvido nos efluentes dos viveiros, ($2,87 \pm 0,62 \text{ mg.L}^{-1}$) no viveiro 1-2; ($3,44 \pm 0,88 \text{ mg.L}^{-1}$) no viveiro 4 e ($3,54 \pm 0,86 \text{ mg.L}^{-1}$) no viveiro 5, no ponto do reservatório obteve um valor de ($3,29 \pm 0,42 \text{ mg.L}^{-1}$). O autor obteve resultados de concentrações mais elevadas no viveiro 3 ($4,74 \pm 0,35 \text{ mg.L}^{-1}$), no corpo hídrico, antes do descarte dos efluentes ($5,02 \pm 0,26 \text{ mg.L}^{-1}$) e no ponto após o descarte dos efluentes ($4,88 \pm 0,46 \text{ mg.L}^{-1}$), sendo destacado que as concentrações nos pontos de coleta do corpo hídrico são mais elevadas (exceto no reservatório e no viveiro 3) devido à turbulência da água corrente do corpo receptor, no entanto identificou indícios de alterações indesejáveis nos teores de oxigênio dissolvido após a descarga do efluente.

Paggi (2006) realizou uma avaliação limnológica em um sistema de piscicultura na região de Paranaíta – (MT), e obteve baixos valores no teor de OD, sendo que esses foram relacionados ao aumento do arraçoamento no período em que foi observada essa redução.

Outro fator que contribui para a redução da concentração de oxigênio dissolvido é a temperatura, pois está influencia a dinâmica do gás proporcionada pela atividade fotossintética (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2008b), visto que o crescimento excessivo de fitoplâncton pode ser associado aos problemas de qualidade da água, pois resulta no aumento do consumo de oxigênio (ELER; MILLANI, 2007).

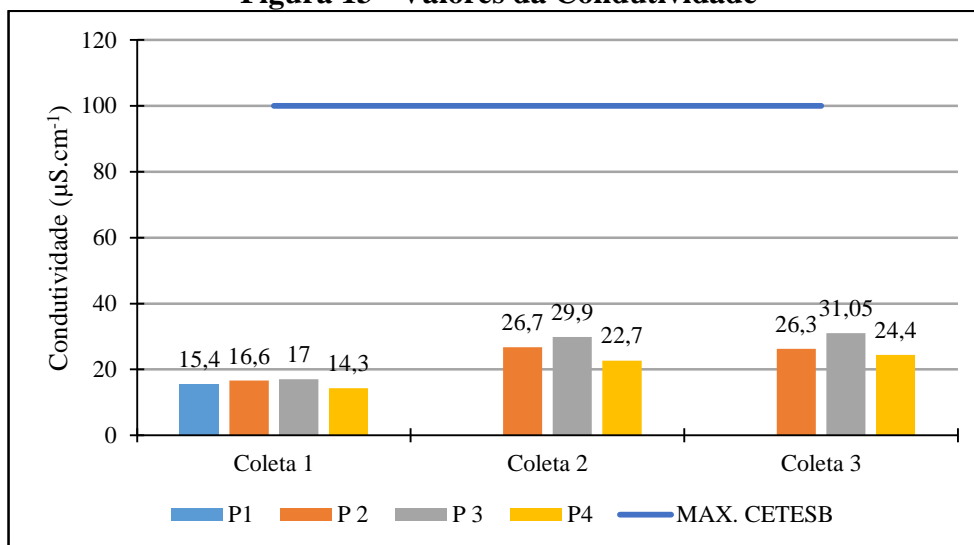
Problemas com o meio ambiente são frequentes em tanques de piscicultura devido ao excesso de alimentação oferecida, o que aumenta a produção bacteriana levando ao maior consumo do oxigênio (SIPAÚBA-TAVARES; MORAES; BRAGA, 1999), o excesso de matéria orgânica também aumenta a produção do fitoplâncton, o que também influencia a dinâmica do gás na água (TOLEDO *et al.*, 2003).

4.1.5 Condutividade Elétrica

Condutividade elétrica (CE) trata-se de uma expressão numérica da capacidade da água em conduzir corrente elétrica, dependendo de concentrações iônicas e da temperatura, e aparece como indicador da quantidade de sais existentes na coluna d'água, portanto representa medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2009). As aplicações práticas para a tomada da medida de condutividade são: indicação do grau de mineralização da água e indicação rápida de variações nas concentrações de minerais dissolvidos (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

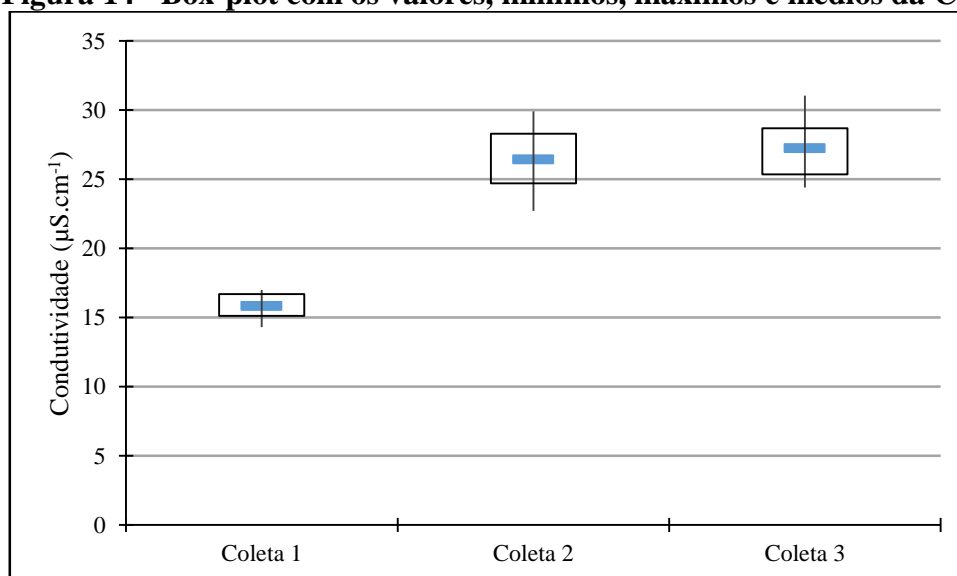
A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece um mínimo ou máximo para a condutividade, sendo assim, como forma de referência para a comparação dos dados obtidos nas análises foi utilizado os valores estabelecidos pela CETESB, onde valores de condutividade maiores que $100 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009).

Conforme pode ser observado na figura 13, os valores de condutividade variaram de $14,3 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ a $29,9 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$.

Figura 13 - Valores da Condutividade

Fonte: Dados da pesquisa

Na primeira coleta, a condutividade apresentou valor mínimo de 14,3 µS.cm⁻¹ no ponto (P4) e máximo de 17 µS.cm⁻¹ em (P3), com média e desvio padrão de (15,825±1,223 µS.cm⁻¹). Os valores da segunda coleta foram, mínimo 22,7 µS.cm⁻¹ (P4) e máximo 29,9 µS.cm⁻¹ (P3), com média e desvio padrão de (26,43±3,607 µS.cm⁻¹), na última coleta os valores foram, mínimo 24,4 µS.cm⁻¹ (P4) e máximo 31,05 µS.cm⁻¹ (P3), com média e desvio padrão de (27,25±3,425 µS.cm⁻¹). Os menores valores de condutividade obtidos nas coletas foram identificados no ponto P4 (efluente), sendo que esses não ultrapassaram o valor de (24,4 µS.cm⁻¹). Desta maneira, não podem ser considerados impactantes ao meio natural.

Figura 14 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da CE

Fonte: Dados da pesquisa

Mercante entre outros (2011), ao avaliar a qualidade dos efluentes de pesqueiros na bacia do Alto Tietê, encontraram altos valores de condutividade na sub-bacia de Guarapiranga com valor médio de $98,75 \mu\text{S.cm}^{-1}$, variando de $66 \mu\text{S.cm}^{-1}$ a $146 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no período da chuva, e valor médio de $95,75 \mu\text{S.cm}^{-1}$, variando de $92 \mu\text{S.cm}^{-1}$ a $101 \mu\text{S.cm}^{-1}$ no período da seca. De acordo com o autor, esse fato pode ser relacionado à quantidade de matéria orgânica em decomposição de origem antrópica provenientes de adubações e alimentos introduzidos em excesso e não utilizados pelos peixes.

O estudo realizado por Osti (2009), que caracterizou a qualidade da água e avaliou do manejo e impacto sobre a produção de tilápias em viveiro na fase engorda, obteve valores para o parâmetro condutividade de $(62,50 \pm 9,78 \mu\text{S.cm}^{-1})$ para a fonte de abastecimento, $(68,88 \pm 7,10 \mu\text{S.cm}^{-1})$ para o viveiro de criação e $(69,25 \pm 6,82 \mu\text{S.cm}^{-1})$ para o efluente do sistema. O autor destaca que os valores de condutividade da água estão normalmente associados com o processo de produção primária e decomposição de matéria orgânica em ambientes aquáticos naturais ou construídos.

Zaniboni-Filho, Barbosa e Gonçalves (1997), ao caracterizar o tratamento de efluentes de estações de piscicultura observaram em uma das instalações, valores médios de condutividade de $38,7 \mu\text{S.cm}^{-1}$ na água de abastecimento, $55,6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ nos tanques de piscicultura, e $42,0 \mu\text{S.cm}^{-1}$ na lagoa de tratamento dos efluentes, indicando assim a recuperação da qualidade do efluente por meio do uso da lagoa de tratamento implantada. O autor recomenda que a recuperação do efluente produzido pelas pisciculturas é uma necessidade, contribuindo com a sustentabilidade da atividade, nos diferentes sistemas de criação.

O parâmetro condutividade fornece uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na concentração mineral (CETESB, 2009). Como pode-se observar nos dados obtidos pelas análises da água do sistema estudado, os valores de condutividade são consideravelmente baixos em relação ao limite apontado como impactante ao meio ambiente.

4.1.6 Formas de Nitrogênio

As fontes de nitrogênio em águas naturais são diversas, e ele pode ser encontrado nas formas: nitrogênio orgânico ou amoniacal que são formas reduzidas, e nitrito e nitrato que são formas oxidadas (CETESB, 2009). Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos e são caracterizados como macronutrientes, depois do carbono o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. E esses quando são despejados em

águas naturais, juntamente com o fósforo e outros nutrientes contribuem para o enriquecimento do meio o tornando eutrofizado (CETESB, 2009).

De acordo com Rotta e Queiroz (2003), a adoção de elevadas taxas de alimentação, associadas a rações de baixa qualidade, e baixa conservação alimentar irão causar grande acúmulo de ração no fundo do viveiro a qual irá atuar como fonte potencial de nutrientes, destacando nitrogênio e fósforo, dando origem a eutrofização que é evidenciada pelo excessivo crescimento do fitoplâncton.

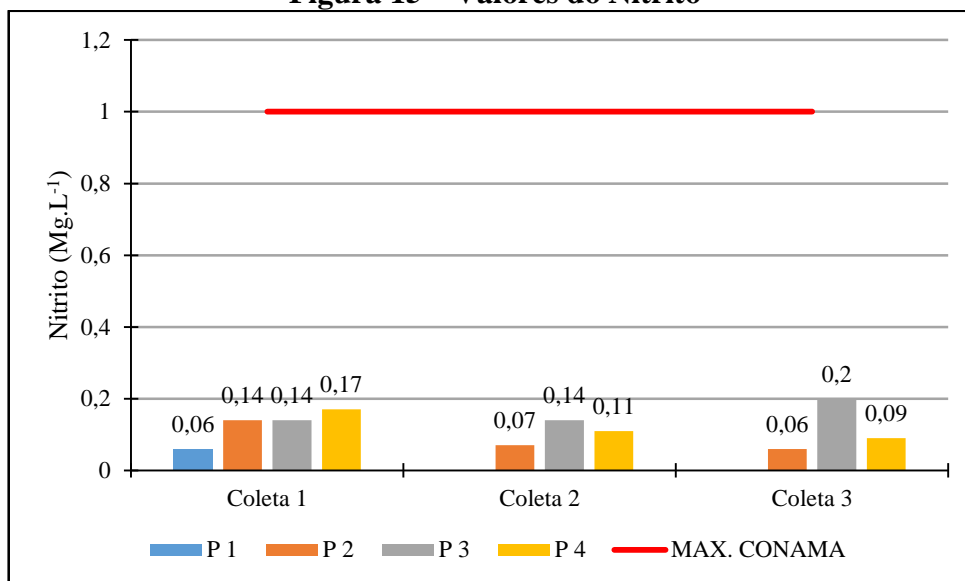
Os compostos de nitrogênio na forma orgânica referem-se a poluição recente, enquanto que na forma oxidada nitrito e nitrato se referem a poluição mais remota. As análises dessas variáveis são usadas para avaliar o grau de eutrofização dos viveiros e corpos hídricos receptores (SILVA, 2007).

Durante o período experimental, foram realizadas apenas análises das formas de nitrogênio nitrito e nitrato.

4.1.6.1 Nitrito

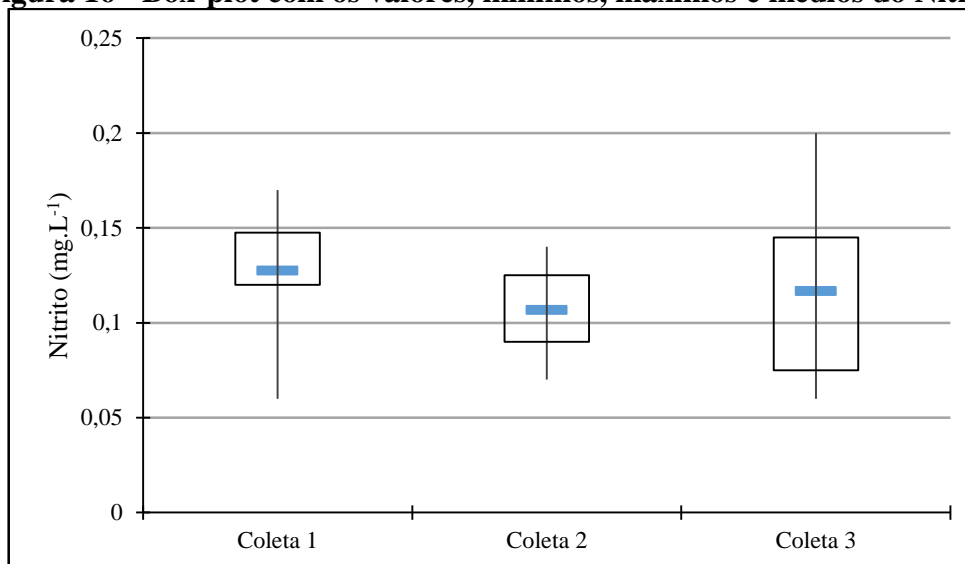
Em altas concentrações, o nitrito (NO_2^-) pode ser tóxico aos organismos aquáticos e até mesmo ao homem, no caso de ingestão de água com concentrações elevadas de nitrito (superior a 10 mg.L^{-1}) (ESTEVES, 2011). O efeito mais importante do nitrito nos peixes é a capacidade de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo em meta-hemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio, provocando morte por asfixia (SILVA, 2007).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para a criação de peixes, o limite máximo de concentração de nitrito em $(1,0 \text{ mg.L}^{-1})$. Os valores para esse parâmetro obtidos durante as análises variaram entre $0,06 \text{ mg.L}^{-1}$ a $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$, como pode ser observado na figura 15.

Figura 15 – Valores do Nitrito

Fonte: Dados da pesquisa

Portanto os níveis de observados de nitrito se apresentam significativamente baixos, e não excedem os estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Figura 16 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do Nitrito

Fonte: Dados da pesquisa

Mercante entre outros (2007), em sua avaliação diurna de variáveis ambientais nos viveiros de tilápias, verificou a concentração máxima de nitrito em (0,01 mg.L⁻¹) sendo considerada baixa, se enquadrando no padrão estabelecido pela legislação brasileira.

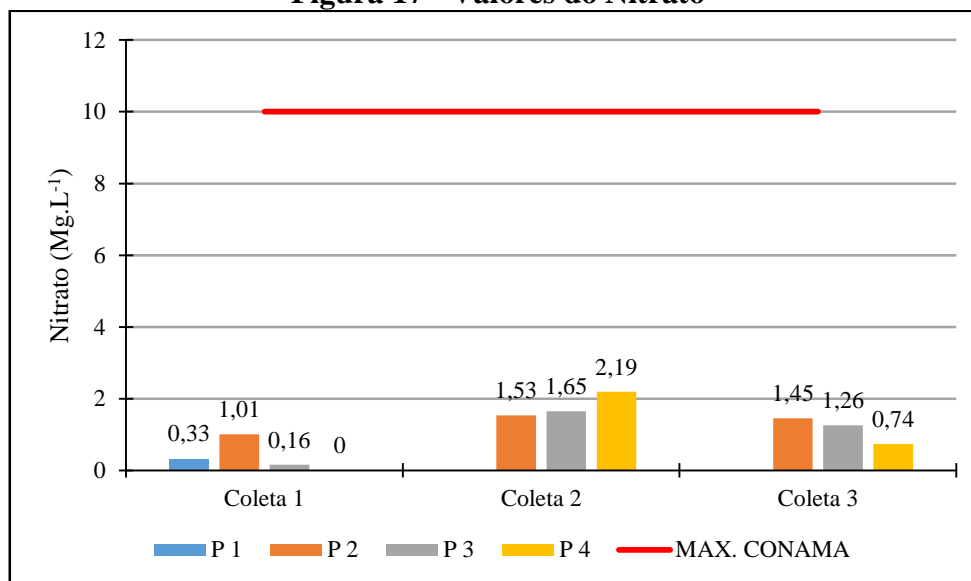
No estudo realizado por Osti (2009), onde caracterizou a qualidade da água e avaliou o manejo e impacto sobre a produção de tilápias em viveiro na fase engorda, obteve valores para o parâmetro nitrito inferiores a $(127,11 \mu\text{g.L}^{-1})$.

Lima (2010), ao realizar um estudo sobre a qualidade da água em viveiros de reprodução de *Astyanax lacustris* (Reinhart, 1874) na estação de piscicultura de Paulo Afonso – (BA), identificou valores para o parâmetro nitrito com altas variações significativas, com valores muito elevados em um viveiro em comparação aos outros, mas esses se mantiveram dentro dos limites legais para esse parâmetro. O autor observou em seu estudo que os efluentes da estação de piscicultura de Paulo Afonso não se adequam a legislação ambiental, com relação às formas fosfatadas, clorofila e pH.

4.1.6.2 Nitrato

Historicamente o nitrato (NO_3^-) junto com o íon amônio, são as principais formas de nitrogênio assimilável pelos produtores primários na água, possibilitando o desenvolvimento de plantas aquáticas, porém esse em altas concentrações pode ser indicativo de que dejetos de animais estão sendo adicionadas à água (QUEIROZ *et al.*, 2006; ESTEVES, 2011). Em altas concentrações o nitrato provoca efeitos negativos sobre a osmorregulação e também sobre o transporte de oxigênio dos peixes (SILVA, 2007).

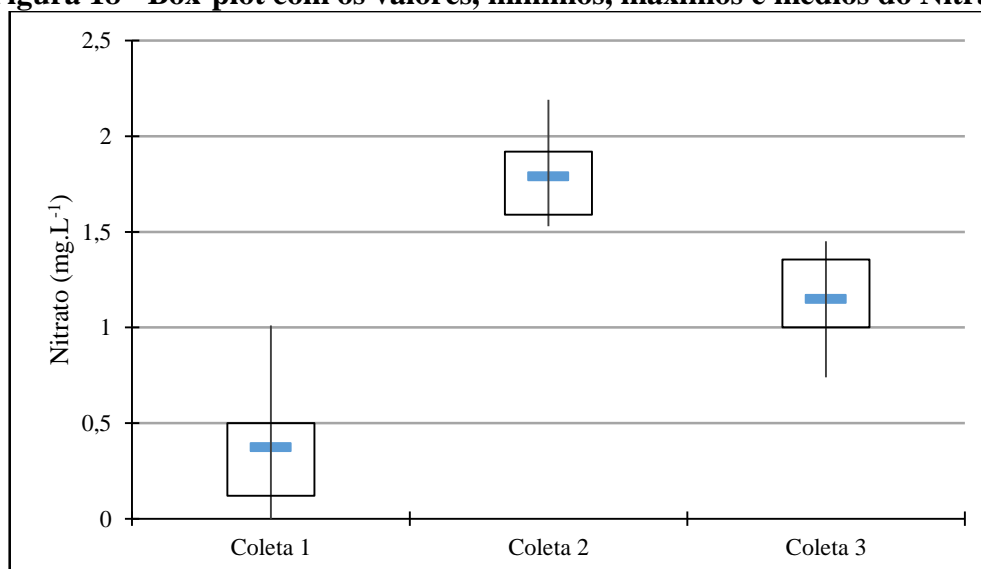
A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece para o cultivo de peixes, o limite máximo de concentração para nitrato em 10 mg.L^{-1} . Os valores para esse parâmetro obtidos durante as análises apresentaram variação entre 0 mg.L^{-1} e $2,19 \text{ mg.L}^{-1}$, como pode ser observado na figura 17.

Figura 17 - Valores do Nitrato

Fonte: Dados da pesquisa

Portanto os níveis observados de nitrato não excedem os estabelecidos pela legislação, e se apresentam significativamente baixos, assemelhando-se aos obtidos em outras pesquisas voltadas aos parâmetros de qualidade da água e efluentes de sistemas de criação de peixes.

A figura 18 apresenta os resultados para o parâmetro nitrato plotados no formato box-plot.

Figura 18 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios do Nitrato

Fonte: Dados da pesquisa

Na pesquisa realizada por Osti (2009), que caracterizou a qualidade da água e avaliou do manejo e impacto sobre a produção de tilápias em viveiro na fase engorda, obteve valores

para o parâmetro nitrato que mantiveram-se abaixo de ($0,220 \text{ mg.L}^{-1}$), dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Mesmo o autor tendo obtido valores para nitrato relativamente baixos, outros componentes se apresentaram em altas concentrações, como por exemplo o nitrogênio total que apresentou valores 13 vezes maiores que aos obtidos na entrada do sistema. Portanto o autor sugere algumas medidas mitigadoras para o processo de eutrofização que foi caracterizado pelas alterações na qualidade da água por meio da elevação na concentração de nutrientes, entre as medidas destaca-se o controle da entrada de nitrogênio e fósforo por meio da alimentação e a fertilização do viveiro, bem como o tratamento do efluente produzido pelo sistema de criação.

Mercante entre outros (2007), em sua avaliação diurna de variáveis ambientais nos viveiros de tilápias, verificou a concentração média de nitrato em ($0,12 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$) sendo a máxima de ($0,13 \text{ mg.L}^{-1}$), sendo essa considerada baixa. O autor considera que o aporte de nitrato no sistema adveio do arraçoamento empregado, no entanto o mesmo se encontra dentro dos limites estabelecidos e aceitáveis pela Resolução CONAMA 357/2005.

Paggi (2006), verificou que as medidas de nitrato apresentaram similaridade entre os pontos de coleta durante o período experimental, sendo que os maiores valores médios foram ($53,4 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$) e menores ($16,9 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$), apresentando baixas concentrações e não variando significativamente entre os pontos de coleta. O autor verificou que a presença de bovinos que utilizavam o rio de abastecimento do sistema como bebedouro, fato que pode ter influenciado os valores médio de nitrato e nitrito nos pontos de coleta, pois no período de seca com menor pluviosidade a dissolução desses compostos no rio de abastecimento foi prejudicada. O aumento dos níveis de nitrato foi verificado a partir do mês de outubro, o que foi justificado pela mudança no manejo alimentar, caracterizado pelo aumento do arraçoamento aplicado no viveiro.

Outro estudo que obteve resultados que apresentou níveis de nitrato baixos foi realizado por Nunes (2009) ao avaliar as condições de qualidade da água em pesqueiros na região de Jaboticabal – (SP), onde os níveis máximos foram ($1,80 \text{ mg.L}^{-1}$) no período seco e ($1,20 \text{ mg.L}^{-1}$) chuvoso no período 2008/2009.

A concentração de nitrato está relacionada com a quantidade de fitoplâncton, dado que o fitoplâncton é o maior responsável pela produção de matéria orgânica nos viveiros, e sua abundância pode ser utilizada como um indicador da quantidade de nitrato presente no ambiente aquático (ROTTA; QUEIROZ, 2003; QUEIROZ; BOEIRA, 2007). Fato esse que não foi observado visualmente na propriedade analisada, aliado à inexistência de animais nas

proximidades do corpo de abastecimento e dos viveiros, o que colabora com os dados obtidos nas análises laboratoriais, com concentrações de nitrato relativamente baixas.

Queiroz e Boeira (2007), indicam algumas boas práticas de manejo para prevenir a toxidez do nitrito nos viveiros, as quais destacam-se: utilização de rações de alta qualidade que contenham nitrogênio e fósforo, em quantidades adequadas, mas não excessivas; distribuir ração uniformemente no viveiro; manter correções de oxigênio dissolvido para impedir o estresse dos peixes, e aumentar a capacidade do viveiro para assimilação dos resíduos metabólicos; entre outros.

4.1.7 Dureza

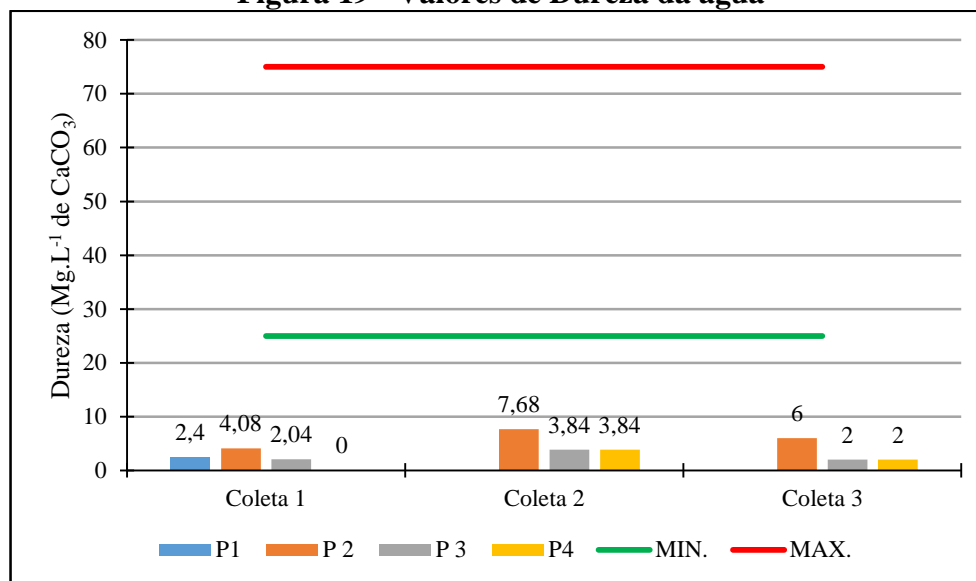
Pode-se utilizar o teor de cálcio da água para caracterizar o grau de dureza. Ela reflete principalmente o teor de íons de cálcio e magnésio que estão combinados ao carbonato e/ou bicarbonato ou associado a cloretos e sulfatos. A dureza é expressa em mg.L^{-1} de equivalente de carbonato de cálcio (CaCO_3) (ESTEVES, 1998; MERCANTE *et al.*, 2008).

Essa soma das concentrações de Ca^{+2} e Mg^{+2} , constitui um parâmetro muito importante da água, conhecida como “dureza” da água. Esta pode ser determinada em laboratório através de titulação com solução do ácido etilenodiaminotetracético, o EDTA (ESTEVES, 2011).

A dureza pode ser obtida pela soma das durezas de carbonatos (dureza temporária) e de não-carbonatos (dureza permanente) (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

A Resolução CONAMA 357/2005 não estipula um limite para esse parâmetro. No entanto, para o cultivo de peixes recomenda-se que os valores de dureza devem permanecer entre de 25 e 75 mg.L^{-1} (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). Mercante entre outros (2008) recomendam para a dureza valores em torno 30 mg.L^{-1} para o cultivo de peixes.

Os valores obtidos para o parâmetro dureza nas análises durante o período experimental são apresentados na figura 19.

Figura 19 - Valores de Dureza da água

Fonte: Dados da pesquisa

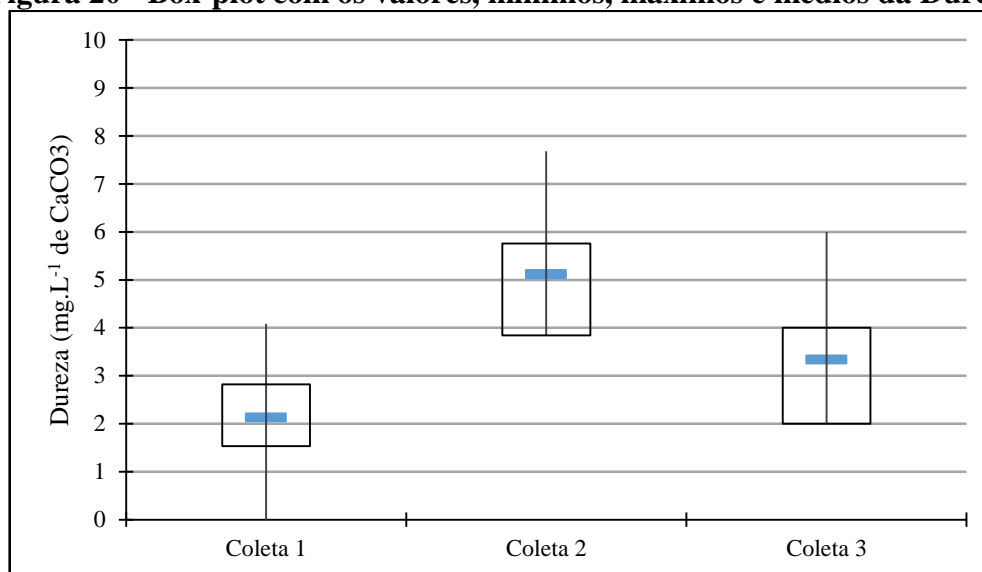
Esteves (2011) apresenta a classificação das águas quanto ao grau de dureza mg.L^{-1} de CaCO_3 , conforme a tabela 5 a seguir:

Tabela 5 - Classificação das águas quanto ao grau de dureza

Classificação	Concentração (mg.L^{-1} de CaCO_3)
Água mole	Até 75
Água moderadamente dura	75-150
Água dura	150-300

Fonte: ESTEVES, 2011

Animais mantidos em água com valores de dureza ($<20 \text{ mg.L}^{-1}$) são os que apresentaram maior dificuldade de manejo, sanidade, entre outros. Sendo assim, em águas com dureza abaixo de 20 mg.L^{-1} de CaCO_3 , requerem a correção desse parâmetro, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento adequado dos peixes, em todas as suas fases de crescimento (SEBRAE, 2013).

Figura 20 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da Dureza

Fonte: Dados da pesquisa

Nogueira entre outros (2011), observou alguns parâmetros físico-químicos da água de um viveiro de recria de Tilápia do Nilo, as análises da água foram realizadas da seguinte maneira, uma antes do povoamento do viveiro, e outra após um mês de cultivo, os valores de dureza da água variaram de 60 mg.L⁻¹ para 88 mg.L⁻¹, portanto foi observado que após o povoamento a dureza da água aumentou.

4.1.8 Transparência

A transparência da água nos sistemas de criação de peixes, aparece como parâmetro muito importante, pois a partir dessa medida é possível determinar a profundidade da zona fótica, ou seja, a profundidade de penetração vertical da luz solar na coluna d'água, indicando o nível da atividade fotossintética (CETESB, 2009). Do ponto de vista ótico, a transparência pode ser considerada o oposto da turbidez, sua avaliação é feita com o emprego de um disco denominado disco de *Secchi* (ESTEVES, 2011).

De acordo com Albanez e Matos (2007), a transparência da água tem sido utilizada frequentemente na caracterização das condições de água nos viveiros de piscicultura por não necessitar de equipamentos muito sofisticados, a apresenta-se como indicativo da densidade da população planctônica no viveiro, permitindo assim estimar riscos nas concentrações críticas de oxigênio dissolvido no período noturno.

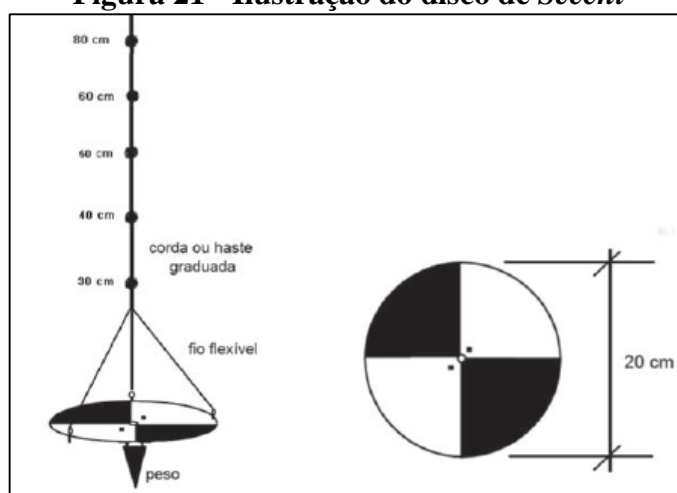
Cyrino entre outros (2010), a alimentação excessiva ou o uso de rações não balanceadas reduzem a absorção de nutrientes dos peixes, resultando em uma carga maior de matéria

orgânica no sistema de produção, que em condições tropicais é regenerada e fica disponível para o florescimento excessivo do fitoplâncton, que por sua vez está diretamente relacionado à transparência e qualidade da água.

Essa variável pode ser medida facilmente, utilizando o disco de *Secchi*, um disco circular (20-30 cm de diâmetro) com setores brancos e pretos, que é mergulhado na água até a profundidade em que não seja mais possível visualizá-lo, essa profundidade é considerada inversamente proporcional à quantidade de compostos orgânicos e inorgânicos no caminho ótico (ESTEVES, 2011). Portanto as medidas de transparência foram obtidas pela utilização de um disco de *Secchi* (Figura 21), fabricado pelo autor.

A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece valores para esse parâmetro, no entanto existem algumas recomendações de autores específicos da área.

Figura 21 - Ilustração do disco de *Secchi*



Fonte: FARIA *et al*, 2013, p. 58

O procedimento de análise da medida de transparência de *Secchi* realizada pode ser observado na figura 22.

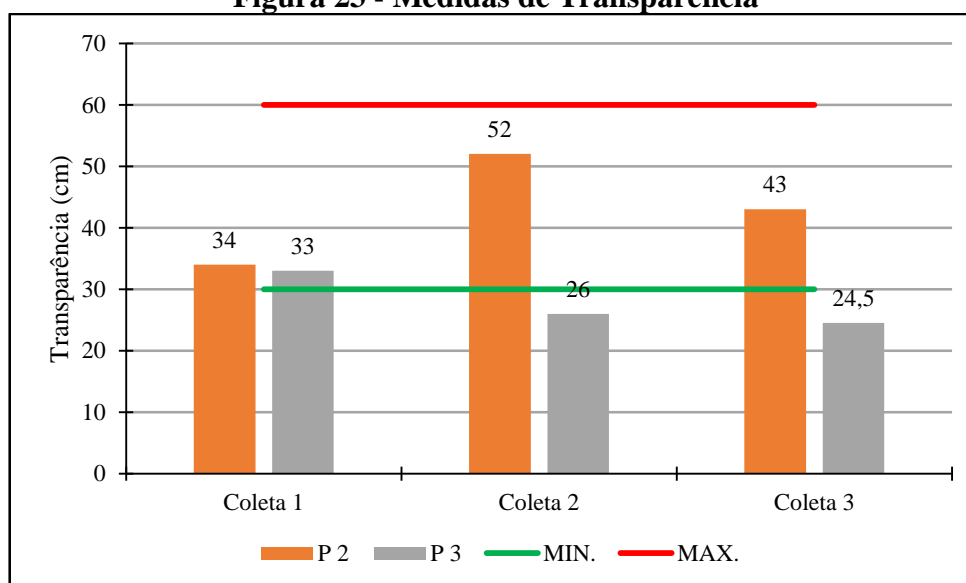
Figura 22 - Procedimento de observação da transparência de *Secchi*



Fonte: Acervo pessoal

Na leitura realizada pelo disco de *Secchi* o valor ideal para a criação de peixes se encontra na faixa entre 30 e 60 cm de profundidade (FARIA *et al.*, 2013). As medidas de transparência de *Secchi* foram tomadas em apenas dos pontos P2 (reservatório) e P3 (viveiro de recria), devido a empecilhos técnicas no momento da coleta. As mesmas são apresentadas na figura 23.

Figura 23 - Medidas de Transparência

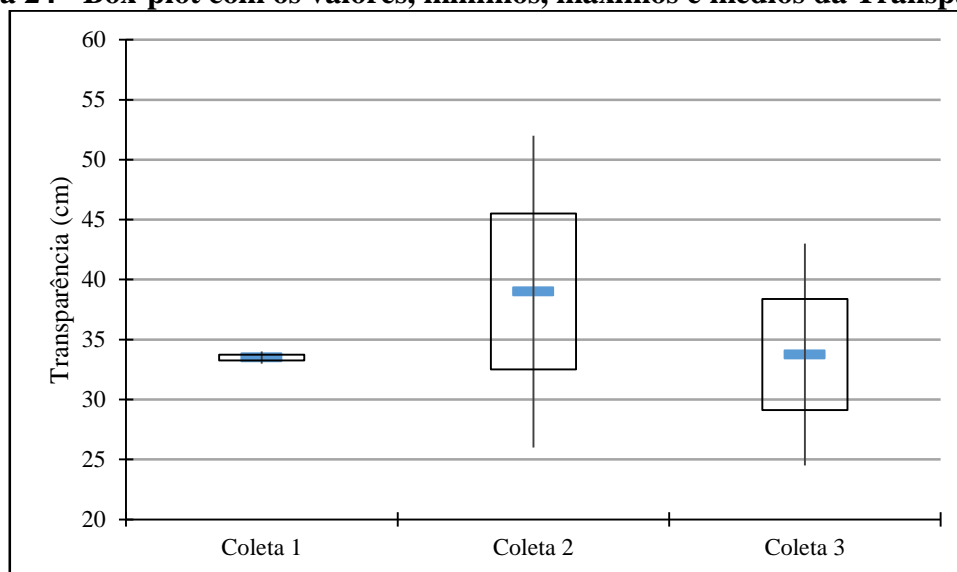


Fonte: Dados da pesquisa

No viveiro de recria (P3), foram observados valores de transparência de, 33 cm, 26,5 cm e 24,5 cm, respectivamente as coletas realizadas, valores pouco abaixo do recomendado para criação de peixes em viveiros. Medidas de transparência abaixo de 30 cm, oferecem condições do risco de mortalidade para os peixes, devendo cessar a adubação/fertilização do viveiro, diminuir o arração e aumentar o fluxo de água (FARIA *et al.*, 2013).

No entanto, o baixo valor de transparência observado no viveiro de recria pode estar relacionado a grande quantidade de chuva nas noites e madrugada anteriores às coletas 2 e 3.

Figura 24 - Box-plot com os valores, mínimos, máximos e médios da Transparência



Fonte: Dados da pesquisa

Boyd e Queiroz (1997), apresentam algumas relações das medidas de transparência obtidas pelo uso do disco de *Secchi*, conforme a tabela a seguir:

Tabela 6 - Esquema para avaliação das leituras do disco de *Secchi*

Leitura do disco de <i>Secchi</i>	Comentários
<20 cm	Viveiro muito turvo. Se o viveiro está turvo devido ao fitoplâncton, haverá problemas com baixas concentrações de OD. Quando a turbidez for por outras partículas em suspensão, como por exemplo partículas do solo, a produtividade será baixa;
20-30 cm	A turbidez está se tornando excessiva;
30-45 cm	Se a turbidez for devida ao fitoplâncton, o viveiro está em boas condições;
45-60 cm	O fitoplâncton está se tornando escasso;
>60 cm	Água está muito clara. Produtividade inadequada e perigo de problemas com plantas daninhas aquáticas.

Fonte: Adaptado de BOYD; QUEIROZ, 1997, p. 46

Nas análises realizadas foi possível observar que a transparência do viveiro obtida na terceira coleta foi menor que as outras, e a turbidez por sua vez apresentou os maiores valores em comparação às outras análises.

A proposta de Boyd e Queiroz (1997), relaciona a variação da turbidez à transparência dos viveiros, e sua influência nos níveis de OD decorrentes de uma turbidez causada pelo fitoplâncton. Assim transparência aparece como indicativo da comunidade planctônica e consequentemente a dinâmica do OD, porém análises devem ser realizadas para comprovação dessa relação na propriedade estudada.

No estudo de Minucci, Pinese e Espíndola (2005), foram analisadas variáveis limnológicas em sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus macrocephalus*, piaçu, na fazenda experimental da Universidade do Estado de Minas Gerais – *Campus* de Ituiutaba – MG, em dois viveiros, que observou baixos valores de transparência da água do viveiro. E relata que as medidas de transparência além da biomassa planctônica também estão relacionadas ao material em suspensão inorgânico, razão pela qual apresenta a sugestão de uma revisão quanto ao uso dos valores de transparência como medida empírica de estimativa da densidade da comunidade planctônica (quanto menor a transparência maior a produção) que costumeiramente é utilizada em sistemas de piscicultura.

4.1.9 Compilado dos resultados

A tabela a seguir é composta por um compilado dos resultados frente aos padrões estabelecidos pela legislação e pelos autores específicos.

Tabela 7 - Compilado dos resultados

Parâmetro	Valor de referência	Condição observada
Temperatura	<40 °C	Adequada
Turbidez	<100 UNT	Adequada
pH	5-9	Adequada
Oxigênio Dissolvido	>5 mg.L ⁻¹	Adequada
Condutividade	<100 µS/cm	Adequada
Nitrito	<1,0 mg.L ⁻¹	Adequada
Nitrato	<10 mg.L ⁻¹	Adequada
Dureza	25-75 mg.L ⁻¹ CaCO ₃	Inadequada
Transparência	30 - 60 cm	Inadequada

Fonte: Dados da pesquisa

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de estudos como este, é possível observar a importância da verificação da qualidade da água em viveiros de piscicultura, para diagnóstico das condições do sistema e dos efluentes gerados, que serão aportados ao meio ambiente receptor no decorrer da criação de peixes.

Os resultados obtidos para os parâmetros por meio das análises *in loco* e laboratoriais, não apresentam-se em desacordo com o estabelecido pela legislação brasileira, atendendo os requisitos de sustentabilidade adotados para este trabalho. No entanto como empreendimento é relativamente novo, o mesmo se encontra na fase inicial de criação (recria) que apresenta aporte de ração menor que em fases posteriores, sendo que esse tende a aumentar e consequentemente influenciará na dinâmica da água presente no viveiro e dos efluentes nos corpos d'água naturais.

Mesmo não ocorrendo diferenças significativas que indiquem degradação da qualidade da água pelo sistema, o panorama atual demonstra que o lançamento de efluentes de viveiros de criação de peixes sem prévio tratamento no corpo d'água receptor, pode conduzir a alterações na dinâmica e funcionamento do ambiente natural. Dado que a propriedade em questão não dispõe de nenhum tipo de tratamento de efluentes, sendo assim apresenta a necessidade da incorporação de boas práticas de manejo voltadas a garantia do atendimento duradouro aos padrões de qualidade da água e dos efluentes estabelecidos por meios legais.

Diante do exposto, o presente estudo recomenda: monitoramento da qualidade da água de forma contínua; aeradores para controle da concentração de OD em momentos futuros; adoção de boas práticas de manejo, principalmente quanto a forma de alimentação de maneira a reduzir as sobras; realização de estudos referentes a escolha dos métodos de tratamento dos efluentes para o empreendimento, buscando a adequação dos padrões de lançamento e qualidade de água estabelecidos pela legislação destinada a piscicultura, no decorrer das atividades do sistema de criação, principalmente nas fases de criação onde é necessário maior aporte de ração, visando manter a adequação aos padrões de lançamento das pisciculturas, que constam na legislação; e a realização de trabalhos de educação ambiental voltados à orientação dos piscicultores quanto ao impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- ADISSI, P.J. **Gestão Ambiental de Unidades Produtivas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, (ABEPRO) 2013.
- ALBANEZ, J. R.; MATOS, A.T. Aquicultura. In: MACÊDO, J.A.B. **Águas & Águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007.
- AMORIM, R. M. S. **Avaliação do impacto ambiental da produção de pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier, 1829) criado em tanques-rede sobre a qualidade da água, do sedimento e dos efluentes**. 81p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/UFAM, Manaus, 2008. Disponível em:
<<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp074197.pdf>>
- ANA - Agência Nacional De Águas. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. (Brasil), Brasília: ANA, 2013.
- ANDRADE, D.R., YASUI, G.S. O. (2003) **Manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na reprodução de peixes no Brasil**. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.27, n.2, p.166-172, abr/jun. 2003.
- APHA – American Public Health Association. **STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER**. 21th ed. New York, APHA, AWWA, WPCP, 2005.
- APPOLO, C. B.; NISHIJIMA T. Educação ambiental voltada à piscicultura praticada por pequenos produtores rurais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 214 - 224, 2011.
- ASSAD, L. T.; BURSZTYN, M. Aquicultura sustentável. In: **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p. 33-72. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/9642>>
- BACCARIN, A.E. **Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares**. Jaboticabal. 56p. (Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal), 2002.
- BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. 2005. *Characterization and evaluation of the feed management on the effluents of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture*, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, jan. 2005 vol. 48, n. 1, pg. 81-90. 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132005000100012&script=sci_arttext>
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Santa Catarina, Nov. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

BORGES, F.F. **Avaliação da qualidade de efluentes na criação de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*)**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura. Jaboticabal - São Paulo, 2010.

BOYD, C.E.; QUEIROZ, J. **Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aquicultura**. Trad. Eduardo Ono. Campinas: ASA. Pond Bottom Soil and Water Quality Management for Pond Aquaculture. 55p. 1997.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. **Publicado no D.O.U de 17/2/1986**, Brasília-DF, 1986. 23p. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em 19 de outubro de 2014.

BRASIL, Lei Federal nº 9433/97. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília – DF, 1997.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 2005. 23 p. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 20 de outubro de 2014.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 413, de 26 de junho de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 2009. 19 p. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=608>> Acesso em 23 de outubro de 2014.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 2011. 9p. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em 21 de outubro de 2014.

BUENO, R.J. **Manejo da Criação: Manejo nos sistemas de criação de peixes**. Iporá: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2012.

CAMARGO, S. G. O.; POUEY, J. O. F. Aquicultura - um mercado em expansão. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 11, n. 4. p. 393-396, 2005.

CANTELMO, O. A. **Sistemas de Produção de Peixes Tropicais em Cativeiro: Aspectos de manejo e instalações**. Pirassunga – SP, (CEPTA/IBAMA), 2002.

CASTELLANI, D.; BARRELA, W. Caracterização da piscicultura na região do vale do Ribeira – SP. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1. p. 168-176, 2005.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. São Paulo: Cetesb, 2009.

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3-4, p. 86-99, 2006.

CUNHA, H. R. S. **PADRÃO PUC DE NORMALIZAÇÃO: Normas ABNT para apresentação de teses, dissertações, monografias e trabalhos acadêmicos**. 9ª edição revisada, ampliada e atualizada conforme norma NBR 14.724 de abril de 2011. 93 p. Belo Horizonte: PUC Minas, 2011.

CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.

ELER, M. N.; MILLANI, T. J.; Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados à aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 36, suplemento especial, p. 33-44, 2007.

ESTEVES, F.A. 1998 **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 575p.; 1998.

ESTEVES, F.A. 2011 **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826 p.; 2011.

FARIA, R. H. S., MORAIS, M. SORANNA, M. R. G. S., SALLUM, W. B. **Manual de criação de peixes em viveiro**. – Brasília, Codevasf, 2013. Disponível em: <www.codevasf.gov.br/.../manual-de-criacao-de-peixes-em-viveiros.pdf> Acesso em 19 novembro de 2014.

GEBLET, L; PALHARES, J.C.P **Gestão Ambiental na Agropecuária** – Brasília – DF – Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROSSA, M., OVIEDO, A., TAÍTSON, B. Manejo do pirarucu> sustentabilidade nos lagos do acre. **WWF-BRASIL**, Brasília-DF, 2011, 64p. Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/wwf_manejo_pirarucu_web_final.pdf> Acesso em 20 de fevereiro de 2015.

HIRAKURI, M. M.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S. O.; FRANCHINI, J.C.; CASTRO C. **Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola** – Londrina: Embrapa Soja, 2012.

HUSSAR, G. J; PARADELA, A. L; JONAS, T.C, GOMES, J. P. R. Tratamento da água de escoamento de tanque de piscicultura através de leitos cultivados de vazão sub-superficial: análise da qualidade física e química. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 046-059, 2005.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. **Eficiência de macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes de viveiro de tilápia do Nilo**. Sci. agric. Piracicaba-SP, v.63, n.5, p. 433-438, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v63n5/31402.pdf>>

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas – relato de caso. **Boletim Instituto da Pesca**. Rio Claro, São Paulo, 2008. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34_1_163-173.pdf> Acesso em 23 de fevereiro de 2015.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 37, n. 2, p. 181-188, 2008b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades por Unidades Federativas**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=110028>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

KUBITZA, F., Qualidade da água na produção de peixes. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, 8 (46): 35-41, 1998. Disponível em: <http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan45_Kubitza.pdf>

KUBITZA, F. **Qualidade de água no cultivo de peixes e camarões** - Jundiaí; F. Kubtiza, 2003. 229p.

KUBITZA, F. Os caminhos para uma piscicultura sustentável. *Revista Panorama da Aquicultura*, v. 20, n. 119, 2010.

KUBITZA, F., ONO, E.A.; CAMPOS, J.L. 2011. Destaques da piscicultura em 2011. *Panorama da Aquicultura*, 21: nº 128, 13-23, nov/dez – 2011. Disponível em: <http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan128_kub_destaque_piscicultura_2011.pdf>

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Criação da Garoupa: Um peixe indicado para a Região Nordeste. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 22, n. 132, 2012. Disp: http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan132_Kub_panor_piscicultura_brasil_parte1-1.pdf

KIMPARA, J. M.; ZADJBAND, A. D.; VALENTI, W. C. Medindo a sustentabilidade na aquicultura. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, v.38, n.2, 2010.

KIMPARA, J. M., ZADJBAND, A. D., VALENTI, W. C. Métodos para medir a sustentabilidade na aquicultura. **Documentos Embrapa**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 71p., ISSN 0104-866X; 208, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIMA, E. L. R. **Qualidade da água e dos efluentes em viveiros de reprodução de *Astyanax lacustris* (Reinhardt, 1874) na Estação de Piscicultura de Paulo Afonso – BA**. Recife: UFRPE, 2010. (Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

LOUREIRO, B. R.; COSTA, S. M.; MACEDO, C. F.; HUSZAR, V. L. M.; BRANCO, C. W. C. Comunidades zooplancônicas em sistemas de criação de peixes. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 1, p. 47 – 60, 2011.

- MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, H.L. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo-SP, v.36, n.2. p.149-163, 2010. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/36_2_149-163rev.pdf>
- MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.
- MERCANTE, C.T.J.; MARTINS, Y.K.; CARMO, C.F.; OSTI, J.S.; MAINARDES PINTO, C.S.R.; TUCCI, A. Qualidade de água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. **Bioikos**, Campinas, 21(2): 79-88. 2007.
- MERCANTE, C. T J.; ESTEVES, K. E.; PEREIRA, J. S.; OSTI, J. S. Limnologia na aqüicultura: estudo de caso em pesqueiros. Maio de 2008 **Instituto da Pesca - SP**, 2008.
- MERCANTE, C. T.J., PEREIRA, J.S.; MARUYAMA, L.S.; CASTRO, P. M. G de; MENEZES, L.C.B de; SENDACZ, S. GENARO, A.C.D. Qualidade da água de efluentes de pesqueiros situados na bacia do Alto Tietê. **Bioikos**, v. 25, n. 1, p 41-52, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/bioikos/article/viewFile/557/537>> Acesso em 20 de março de 2015.
- MIGUEL, C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, (ABEPRO) 2012.
- MILLANI, T.J. (2007) **Subsídios à Avaliação do Ciclo de Vida do pescado: avaliação ambiental das atividades de piscicultura e pesque-pague, estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu**. 140p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo, 2007.
- MINUCCI, L. V.; PINESE, J. F.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Análise limnológica de sistema semi-intensivo de criação de *Leporinus Macrocephalus* (Pisces, Anostomidae). **Biosci. J.**, v. 21, n. 1, p. 123-131, 2005.
- MOURA, R. S. T. de. **Indicadores de sustentabilidade na avaliação do sistema de cultivo de tilápia do Nilo em tanques-rede no reservatório de Santa Cruz, Apodi-RN**, 95 f. (Dissertação Mestrado – Ciência Animal), Universidade Federal Rural de Semiárido, Mossoró-RN, 2013.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. BRASIL **Boletim estatístico da pesca e aquicultura de 2010**. Brasília: MPA, 129 p. 2012.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. BRASIL **Boletim estatístico da pesca e aquicultura de 2011**. Brasília: MPA, 60 p. 2013. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf> Acesso em: 03 de fevereiro de 2015.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. **Piscicultura em Rondônia vive “boom” de produção**. Brasília, maio de 2013b. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias/1075-piscicultura-em-rondonia-vive-boom-de-producao>> Acesso em: 14 fevereiro 2015.

NOGUEIRA, E.C. et al. **Parâmetros Físico-químicos da Água de um viveiro de recria de Tilápia-do-Nilo**. X Congresso de Ecologia do Brasil 2011, São Lourenço – MG, 2011.

NUNES, A. P. **Análise do Potencial de Impacto no Meio Ambiente como ferramenta para educação e proteção ambiental em pesqueiros**. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA, N.G.F. **Efeito da frequência alimentar sobre o desempenho de juvenis de tambaqui, Colossoma macropomum, em sistema de tanque-rede**. Manaus: INPA/UFAM, 2003. Dissertação (Mestrado), 2003.

OLIVEIRA, R. C. O panorama da aqüicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, vol.2, nº1, fev, 2009.

OLIVEIRA, A. S. **Caracterização Socioambiental da Piscicultura em tanques-rede no município de Guapé - MG, Brasil**. Alfenas: UNIFENAS, 2012. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal), Universidade José do Rosário Vellano, 2012.

OMETTO, A.R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos edip, exergia e emergia**. 2005. 209p. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de são carlos, Univerdade de São Paulo, São Carlos 2005.

ONO, E. A.; HALVERSON, M. R.; KUBITZA, F. Pirarucu - O gigante esquecido. **Revista Panorama da Aquicultura**, 14(81):14-25, 2004. Disponível em: <http://www.acquaimagem.com.br/docs/Pan81_Kubitza.pdf>

ONO, E.A. Cultivar peixes na Amazônia: Possibilidade ou Utopia? **Panorama da aquicultura**. p. 41-48, 2005.

OSTI, J. A. S. **Caracterização da qualidade da água e avaliação do manejo e suas implicações sobre o cultivo de tilápias (Oreochromis niloticus)**. São Paulo: Apta, 2009. (Dissertação de Mestrado em Aquicultura e Pesca), Instituto de Pesca, 2009.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 211p, 1998.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca/FAO, 2008.

PAGGI, L. C. **Avaliação limnológica em um sistema de piscicultura na região de Paranaíta (MT, Brasil)**. Jaboticabal: UNESP, 2006. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, 2006.

PAIVA, M. C. **Análise da qualidade da água de um sistema de piscicultura: estudo de caso no município de Ji-Paraná-RO-Brasil.** Ji-Paraná: UNIR, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Rondônia, 2014.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. DE F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Dados eletrônicos. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). *Engenharia Sanitária & Ambiental*, v.14, n.3. p.411-420, 2009.

QUEIROZ, J. F.; SILVEIRA, M. P. **Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes dos viveiros de aquicultura.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

QUEIROZ, J. F.; MACHADO, T. A.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A. Indicadores para avaliação ambiental em pesque-pagues nas dimensões ecologia da paisagem e qualidade de água. **Boletim de Pesquisa.** Embrapa Meio Ambiente, v. 41, p. 1-40, 2006.

QUEIROZ, J.F.; BOEIRA, R. C. **Boas práticas de manejo (BPMs) para reduzir o acúmulo de amônia em viveiros de aquicultura.** Jaguariúna, SP: Embrapa Comunicado Técnico, n. 44, 2007.

RABELO, L. S. **Indicadores de Sustentabilidade: uma sequência metodológica para a mensuração do progresso ao desenvolvimento sustentável.** Fortaleza – CE, 170 f. (Dissertação de Mestrado - Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Lei Estadual nº 1861**, de 10 de Janeiro de 2008. Porto Velho-Rondônia, 2008. Disponível em: <http://www.sedam.ro.gov.br/images/stories/psicultura/LEI_DE_PISCICULTURA.pdf> Acesso em 20 de Fevereiro de 2015.

ROTTA, M. A.; QUEIROZ, J. F. **Boas práticas de manejo (BPMs) para a produção de peixes em tanques-redes.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 27p. 2003.

ROUBACH, R.; CORREIA, E.S.; ZAIDEN, S.; MARTINO, R.C.; CAVALLI, R.O. 2003. Aquaculture in Brazil. **World Aquaculture.** 34: 28-35. Disponível em:<ftp://ftp.inpa.gov.br/pub/documentos/cpaq/Aqua_in_Brazil.pdf>

SAMPAIO, F. G; LOSEKANN, M. E; LUIZ, A. J.B; NEVES, M. C; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D; RODRIGUES, G. S. Monitoramento e gestão ambiental da piscicultura em tanques-rede em reservatórios. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 272, p. 1-11, 2013.

SANTOS, C. A. M. L. **A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos.** In: Simpósio de Controle do Pescado, Rio de Janeiro, 2006.

SANTOS, C. Aquicultura e pesca: a mudança do modelo exploratório. In: TAVARES-DIAS, M. (Org). **Manejo e sanidade em cultivo.** Macapá: Embrapa Amapá. p. 389-424. 2009.

SCORVO FILHO, J. D. O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências. **In: Zootec 2004 – Zootecnia e o Agronegócio**. Brasília-DF, (28 a 31 de maio de 2004), 2004.

SCORVO-FILHO, J.D., FRASCA-SCORVO, C.M.D.; ALVES, J.M.C., SOUZA, F.R. A de. A. Tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.112-118, 2010 (supl. especial). Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39sspe/13.pdf>>

SEBRAE, Manual de Boas Práticas de Produção do Pirarucu em cativeiro. Sebrae dez. 2013, Brasília-DF, 46 p. il.; color. ISBN: 978-85-7333-598-9, 2013. Disponível em:
<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/AC/Manual%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20do%20Pirarucu_04_12_13_grafica.pdf> Acesso 18 novembro de 2014.

SEBRAE, **Manual de Boas Práticas de Produção e Cultivo do Pirarucu em Cativeiro**. Porto Velho-RO, Projeto Pacu, 2010. Disponível em:
<<http://projetopacu.com.br/public/paginas/192-apostila-engorda-pirarucu.pdf>>

SEDAM. Secretaria de Estado do desenvolvimento ambiental. **Bacias Hidrográficas de Rondônia**, 2013. Disponível em:
<<http://www.sedam.ro.gov.br/index.php/component/content/article/106-meio-fisico/136-bacias-hidrograficas-de-rondonia>>. Acesso em: 10 de abril 2015.

SOUZA FILHO, T. A.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, D. A Piscicultura em Rondônia: Um agronegócio em Formação. In: **XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007**. Londrina. XLV Congresso da Sociedade Brasileira e Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007.

SIDONIO, L; CAVALCANTI, I; CAPANEMA, L; MORCH, R; MAGALHÃES, G; LIMA, J; BURNS, V; JÚNIOR, A. J. A; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. Agroindústria, **BNDES Setorial** 35, p. 421 – 463. 2012.

SILVA, L. P.; ZUFFO, C. Recursos hídricos em Rondônia: conservando para o futuro. **In: II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste Campo Grande**, Campo Grande, ABRH, 2002.

SILVA, N. A. **Caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água: estudo de caso na bacia do rio Cuiabá/MT**. Cuiabá: UFMT, 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, 2007.

SILVA, M.S.G; LOSEKAN, M. E; HISANO, H. EMBRAPA. **Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes**. Jaguariúna, SP, 39 p. (Embrapa. Documentos 95), 2013.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia Aplicada à Aquicultura**. Boletim Técnico do CAUNESP, n. 1, 1994. Disponível em:
<http://www.caunesp.unesp.br/publicacoes/boletim_tecnico/introducao/Introd_lucia.pdf>

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia Aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1995.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; MORAES, M.A.G.; BRAGA, F.M.S. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.4, p.543-551, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71081999000400003&script=sci_arttext> Acesso em 25 de março de 2015.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Utilização de biofiltros em sistemas de cultivo de peixes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 203, p. 38-43, 2000.

SOARES, C. **Análise das implicações sociais, econômicas e ambientais relacionadas ao uso da piscicultura** - caso da Fazenda Princesa do Sertão – Palhoças-SC. 123. Dissertação (Mestrado), Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

SOUZA FILHO, T. A.; OLIVEIRA, M. B.; FERREIRA, D. A Piscicultura em Rondônia: Um agronegócio em Formação. **In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007, Londrina**. XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007.

TIAGO, G.G.; GIANESELLA, S. M.F. O uso da água pela aquicultura: Estratégias e ferramentas de implementação de gestão. Boletim do instituto de pesca, (29-1), pp. 1-7. 2003. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/xiisrh/anaais/papers/PAP018360.pdf>> Acesso em 20 de novembro de 2014.

TIAGO, G.G. **Aquicultura, Meio Ambiente e Legislação**. 2 ed. atualizada. São Paulo: E-book, 2007.

TOLEDO, J.J.; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K.F.; FARIAS, R.A.; HACON, S., SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta, Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agroambientais**, v.2, n.1, p.13-31, 2003.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: **Congresso de Zootecnia**, 12º, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, p. 111-118. 2002.

VALENTI, W. C. **A aquicultura Brasileira é sustentável?** Palestra apresentada durante o IV Seminário Internacional de Aquicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair 2008b, Florianópolis, (13 a 15 de maio de 2008). p. 1-11, 2008.

ZANIBONI FILHO, E. **Tratamento de efluentes da piscicultura**. In: Congresso Internacional de Zootecnia – Zootec, 2005. Campo Grand, MS. Anais... Campo Grande: UEMS. p. 1-25. 2005.

ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N. D. C.; GONCALVES, S. M. R. Caracterização e tratamento do efluente das estações de piscicultura. **Revista Unimar**, v. 2, n 19, p. 537 – 548, 1997.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.